

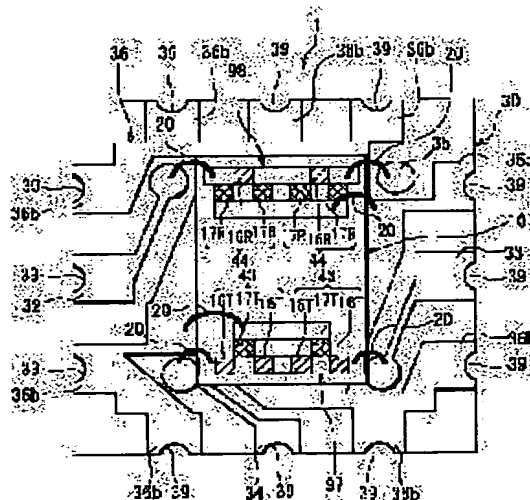
(11)Publication number : **2003-324336**
(43)Date of publication of application : **14.11.2003**

H03H 9/70
H01L 41/08
H01L 41/09
H01L 41/18
H01L 41/22
H03H 3/02
H03H 9/17
H03H 9/58

(72)Inventor : KOMURO EIKI
GUNJI KATSUHIKO

Priority number : 2002051126 Priority date : 27.02.2002 Priority country : JP

SOLUTION: The duplexer 1 includes a chip 10 having a transmission filter 97 for passing a transmission signal and cutting off a reception signal and a reception filter 98 for passing a reception signal and cutting off a transmission signal. The transmission filter 97 and the reception filter 98 include thin-film piezoelectric resonators 16, 17 each having a piezoelectric thin film having piezoelectricity and two excitation electrodes arranged on both sides of the piezoelectric thin film for applying excitation voltage to the piezoelectric thin film. All the thin-film piezoelectric resonators 16, 17 included in the transmission filter 97 and the reception filter 98 are arranged on a single substrate.



[Date of request for examination]	21.11.2003
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or	

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-324336

(P 2003-324336 A)

(43) 公開日 平成15年11月14日 (2003. 11. 14)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 3 H	9/70	H 0 3 H	9/70
H 0 1 L	41/08		3/02
	41/09		9/17
	41/18		9/58
	41/22	H 0 1 L	41/08
審査請求	未請求	請求項の数 2 0	O L
			(全 1 7 頁)
			最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-46693 (P2003-46693)

(22) 出願日 平成15年2月25日 (2003. 2. 25)

(31) 優先権主張番号 特願2002-51126 (P2002-51126)

(32) 優先日 平成14年2月27日 (2002. 2. 27)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003067

T D K 株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 小室 栄樹

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(72) 発明者 郡司 勝彦

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100107559

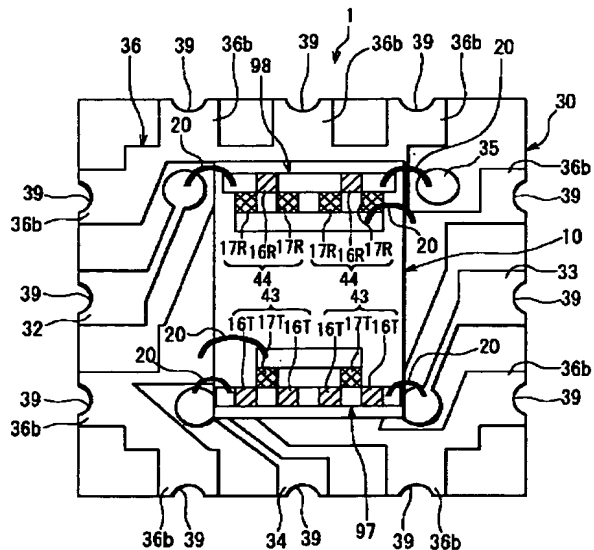
弁理士 星宮 勝美

(54) 【発明の名称】 デュプレクサおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 薄膜圧電共振子を用いたデュプレクサを少ない工程数で製造できるようにする。

【解決手段】 デュプレクサ1は、送信信号を通過させ、受信信号を遮断する送信用フィルタ97と、受信信号を通過させ、送信信号を遮断する受信用フィルタ98とを含むチップ10を備えている。送信用フィルタ97および受信用フィルタ98は、いずれも、圧電性を有する圧電薄膜と、圧電薄膜の両面に配置され、圧電薄膜に励振用電圧を印加する2つの励振用電極とを有する薄膜圧電共振子16、17を含む。送信用フィルタ97および受信用フィルタ98に含まれるすべての薄膜圧電共振子16、17は、1つの基体の上に配置されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信信号を通過させ、受信信号を遮断する送信用フィルタと、受信信号を通過させ、送信信号を遮断する受信用フィルタとを備え、アンテナに接続されるデュプレクサであって、

更に 1 つの基体を備え、

前記送信用フィルタおよび受信用フィルタは、いずれも、圧電性を有する圧電薄膜と、前記圧電薄膜の両面に配置され、前記圧電薄膜に励振用電圧を印加する第 1 および第 2 の励振用電極とを有する薄膜圧電共振子を含み、

前記送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子は、前記基体の上に配置され、すべての薄膜圧電共振子における圧電薄膜は連続していることを特徴とするデュプレクサ。

【請求項 2】 すべての薄膜圧電共振子における第 1 の励振用電極は、連続する 1 つの面の上に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載のデュプレクサ。

【請求項 3】 すべての薄膜圧電共振子における第 2 の励振用電極は、連続する 1 つの面の上に配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のデュプレクサ。

【請求項 4】 前記送信用フィルタは、それぞれ前記薄膜圧電共振子からなり、ラダー型のフィルタ回路を構成する第 1 の直列共振子と第 1 の並列共振子とを含み、前記受信用フィルタは、それぞれ前記薄膜圧電共振子からなり、ラダー型のフィルタ回路を構成する第 2 の直列共振子と第 2 の並列共振子とを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 3 いずれかに記載のデュプレクサ。

【請求項 5】 前記送信用フィルタにおいて、それぞれ前記圧電薄膜の一方の面に配置された前記第 1 の直列共振子の励振用電極と前記第 1 の並列共振子の励振用電極とは、互いに厚さが異なり、前記受信用フィルタにおいて、それぞれ前記圧電薄膜の一方の面に配置された前記第 2 の直列共振子の励振用電極と前記第 2 の並列共振子の励振用電極とは、互いに厚さが異なり、

前記第 1 の直列共振子の励振用電極と前記第 1 の並列共振子の励振用電極との間における厚さの差は、前記第 2 の直列共振子の励振用電極と前記第 2 の並列共振子の励振用電極との間における厚さの差と等しいことを特徴とする請求項 4 記載のデュプレクサ。

【請求項 6】 互いに厚さが異なる前記第 1 の直列共振子の励振用電極と前記第 1 の並列共振子の励振用電極は、共に、前記圧電薄膜における基体とは反対側の面に配置され、互いに厚さが異なる前記第 2 の直列共振子の励振用電極と前記第 2 の並列共振子の励振用電極は、共に、前記圧電薄膜における基体とは反対側の面に配置されていることを特徴とする請求項 5 記載のデュプレクサ。

【請求項 7】 互いに厚さが異なる第 1 の直列共振子の励振用電極と第 1 の並列共振子の励振用電極、および互いに厚さが異なる第 2 の直列共振子の励振用電極と第 2 の並列共振子の励振用電極のうち、第 1 の直列共振子の励振用電極は、第 1 の厚さの第 1 の電極用膜によって構成され、第 2 の直列共振子の励振用電極は、第 2 の厚さの第 2 の電極用膜によって構成され、第 1 の並列共振子の励振用電極は、前記第 1 の電極用膜と第 3 の電極用膜との積層体によって構成され、第 2 の並列共振子の励振用電極は、前記第 2 の電極用膜と第 3 の電極用膜との積層体によって構成されていることを特徴とする請求項 5 または 6 記載のデュプレクサ。

【請求項 8】 前記送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子は、更に、音響インピーダンスが異なる複数の誘電体層によって構成された音響多層膜を有していることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載のデュプレクサ。

【請求項 9】 すべての薄膜圧電共振子における前記音響多層膜の厚さが等しいことを特徴とする請求項 8 記載のデュプレクサ。

【請求項 10】 すべての薄膜圧電共振子における前記音響多層膜は連続していることを特徴とする請求項 8 または 9 記載のデュプレクサ。

【請求項 11】 送信信号を通過させ、受信信号を遮断する送信用フィルタと、受信信号を通過させ、送信信号を遮断する受信用フィルタとを備え、アンテナに接続されるデュプレクサであって、前記送信用フィルタおよび受信用フィルタは、いずれも、圧電性を有する圧電薄膜と、前記圧電薄膜の両面に配置され、前記圧電薄膜に励振用電圧を印加する第 1 および第 2 の励振用電極とを有する薄膜圧電共振子を含むデュプレクサを製造する方法であって、

1 つの基体上に、前記送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子の第 1 の励振用電極を形成する工程と、

すべての薄膜圧電共振子における圧電薄膜が連続するように、前記第 1 の励振用電極の上に前記圧電薄膜を形成する工程と、

前記圧電薄膜の上に前記送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子の第 2 の励振用電極を形成する工程とを備えたことを特徴とするデュプレクサの製造方法。

【請求項 12】 すべての薄膜圧電共振子における第 1 の励振用電極は、連続する 1 つの面の上に配置されることを特徴とする請求項 11 記載のデュプレクサの製造方法。

【請求項 13】 すべての薄膜圧電共振子における第 2 の励振用電極は、連続する 1 つの面の上に配置されることを特徴とする請求項 11 または 12 記載のデュプレクサの製造方法。

【請求項 14】 前記送信用フィルタは、それぞれ前記薄膜圧電共振子からなり、ラダー型のフィルタ回路を構成する第 1 の直列共振子と第 1 の並列共振子とを含み、前記受信用フィルタは、それぞれ前記薄膜圧電共振子からなり、ラダー型のフィルタ回路を構成する第 2 の直列共振子と第 2 の並列共振子とを含むことを特徴とする請求項 11 ないし 13 のいずれかに記載のデュプレクサの製造方法。

【請求項 15】 前記送信用フィルタにおいて、それぞれ前記圧電薄膜の一方の面に配置された前記第 1 の直列共振子の励振用電極と前記第 1 の並列共振子の励振用電極とは、互いに厚さが異なり、

前記受信用フィルタにおいて、それぞれ前記圧電薄膜の一方の面に配置された前記第 2 の直列共振子の励振用電極と前記第 2 の並列共振子の励振用電極とは、互いに厚さが異なり、

前記第 1 の直列共振子の励振用電極と前記第 1 の並列共振子の励振用電極との間における厚さの差は、前記第 2 の直列共振子の励振用電極と前記第 2 の並列共振子の励振用電極との間における厚さの差と等しいことを特徴とする請求項 14 記載のデュプレクサの製造方法。

【請求項 16】 互いに厚さが異なる前記第 1 の直列共振子の励振用電極と前記第 1 の並列共振子の励振用電極は、共に、前記圧電薄膜における基体とは反対側の面に配置され、互いに厚さが異なる前記第 2 の直列共振子の励振用電極と前記第 2 の並列共振子の励振用電極は、共に、前記圧電薄膜における基体とは反対側の面に配置されていることを特徴とする請求項 15 記載のデュプレクサの製造方法。

【請求項 17】 互いに厚さが異なる第 1 の直列共振子の励振用電極と第 1 の並列共振子の励振用電極、および互いに厚さが異なる第 2 の直列共振子の励振用電極と第 2 の並列共振子の励振用電極のうち、第 1 の直列共振子の励振用電極は、第 1 の厚さの第 1 の電極用膜によって形成され、第 2 の直列共振子の励振用電極は、第 2 の厚さの第 2 の電極用膜によって形成され、第 1 の並列共振子の励振用電極は、前記第 1 の電極用膜と第 3 の電極用膜との積層体によって形成され、第 2 の並列共振子の励振用電極は、前記第 2 の電極用膜と第 3 の電極用膜との積層体によって形成されることを特徴とする請求項 15 または 16 記載のデュプレクサの製造方法。

【請求項 18】 前記送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子は、更に、音響インピーダンスが異なる複数の誘電体層によって構成された音響多層膜を有し、

デュプレクサの製造方法は、更に、前記第 1 の励振用電極を形成する工程の前に、前記基体上に、前記送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子の前記音響多層膜を形成する工程を備え、前記第 1 の励振用電極は、前記音響多層膜の上に形成さ

れることを特徴とする請求項 11 ないし 17 のいずれかに記載のデュプレクサの製造方法。

【請求項 19】 すべての薄膜圧電共振子における前記音響多層膜の厚さが等しいことを特徴とする請求項 18 記載のデュプレクサの製造方法。

【請求項 20】 すべての薄膜圧電共振子における前記音響多層膜は連続していることを特徴とする請求項 18 または 19 記載のデュプレクサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜圧電共振子を用いたデュプレクサおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年飛躍的に普及してきた携帯電話等の移動体通信機器では、年々、小型化、および使用周波数の高周波化が進められている。そのため、移動体通信機器に使用される電子部品にも、小型化、および対応可能な周波数の高周波化が要望されている。

【0003】移動体通信機器には、1つのアンテナを送信と受信とに共用させるために送信信号の経路と受信信号の経路とを切り替えるデュプレクサを備えているものがある。このデュプレクサは、送信信号を通過させ、受信信号を遮断する送信用フィルタと、受信信号を通過させ、送信信号を遮断する受信用フィルタとを備えている。

【0004】近年、上記デュプレクサにおけるフィルタには、弾性表面波フィルタが用いられることがある。弾性表面波フィルタは、2GHzまでの周波数に対応でき、また、セラミックフィルタに比べて小型化が可能であるという特徴を有する。しかし、今後、移動体通信機器の使用周波数が2GHz以上となった場合、弾性表面波フィルタがそのような周波数に対応するには、現状では技術的課題が多い。

【0005】そこで、最近、特許文献1に示されるように、薄膜バルクアコースティック共振子(Thin Film Bulk Acoustic Resonator; 以下、FBARとも記す。)と呼ばれるデバイスが注目されている。このFBARは、圧電薄膜の厚さ方向の共振を利用した薄膜圧電共振子である。FBARでは、圧電薄膜の厚さを変えることにより共振周波数を変えることができる。また、FBARは、数GHzの周波数まで対応することが可能であると考えられる。

【0006】共振子を用いたフィルタとしては、例えばラダー型フィルタがある。このラダー型フィルタは、基本構成として直列共振子と並列共振子とを含む。ラダー型フィルタは、必要に応じて、複数の基本構成が縦続接続されて構成される。

【0007】

【特許文献1】特開2000-278078号公報

【0008】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】ところで、デュプレクサの製造方法としては、送信用フィルタを含むチップと受信用フィルタを含むチップとを別個に作製し、これらのチップをデュプレクサ用の実装基板に搭載する方法が一般的である。

【0009】しかしながら、上記の製造方法では、2種類のチップを作製する必要があると共に、実装基板に2つのチップを実装する必要がある。そのため、この製造方法では、デュプレクサを製造するのに要する工程数が多いという問題点がある。

【0010】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、少ない工程数で製造することが可能なデュプレクサおよびその製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のデュプレクサは、送信信号を通過させ、受信信号を遮断する送信用フィルタと、受信信号を通過させ、送信信号を遮断する受信用フィルタとを備え、アンテナに接続されるデュプレクサであって、更に1つの基体を備え、送信用フィルタおよび受信用フィルタは、いずれも、圧電性を有する圧電薄膜と、圧電薄膜の両面に配置され、圧電薄膜に励振用電圧を印加する第1および第2の励振用電極とを有する薄膜圧電共振子を含み、送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子は、基体の上に配置され、すべての薄膜圧電共振子における圧電薄膜は連続しているものである。

【0012】本発明のデュプレクサの製造方法は、送信信号を通過させ、受信信号を遮断する送信用フィルタと、受信信号を通過させ、送信信号を遮断する受信用フィルタとを備え、アンテナに接続され、送信用フィルタおよび受信用フィルタは、いずれも、圧電性を有する圧電薄膜と、圧電薄膜の両面に配置され、圧電薄膜に励振用電圧を印加する第1および第2の励振用電極とを有する薄膜圧電共振子を含むデュプレクサを製造する方法であって、1つの基体上に、送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子の第1の励振用電極を形成する工程と、すべての薄膜圧電共振子における圧電薄膜が連続するように、第1の励振用電極の上に圧電薄膜を形成する工程と、圧電薄膜の上に送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子の第2の励振用電極を形成する工程とを備えたものである。

【0013】本発明のデュプレクサまたはその製造方法では、送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子は1つの基体上に配置される。従って、本発明では、送信用フィルタを含むチップと受信用フィルタを含むチップとを別個に作製し、これらを実装基板に実装して製造するデュプレクサに比べて、少ない工程数でデュプレクサを製造することが可能にな

る。

【0014】本発明のデュプレクサまたはその製造方法において、すべての薄膜圧電共振子における第1の励振用電極は、連続する1つの面の上に配置されてもよい。また、本発明のデュプレクサまたはその製造方法において、すべての薄膜圧電共振子における第2の励振用電極は、連続する1つの面の上に配置されてもよい。

【0015】また、本発明のデュプレクサまたはその製造方法において、送信用フィルタは、それぞれ薄膜圧電共振子からなり、ラダー型のフィルタ回路を構成する第1の直列共振子と第1の並列共振子とを含み、受信用フィルタは、それぞれ薄膜圧電共振子からなり、ラダー型のフィルタ回路を構成する第2の直列共振子と第2の並列共振子とを含んでいてもよい。

【0016】送信用フィルタにおいて、それぞれ圧電薄膜の一方の面に配置された第1の直列共振子の励振用電極と第1の並列共振子の励振用電極とは、互いに厚さが異なり、受信用フィルタにおいて、それぞれ圧電薄膜の一方の面に配置された第2の直列共振子の励振用電極と第2の並列共振子の励振用電極とは、互いに厚さが異なっているてもよい。更に、第1の直列共振子の励振用電極と第1の並列共振子の励振用電極との間における厚さの差は、第2の直列共振子の励振用電極と第2の並列共振子の励振用電極との間における厚さの差と等しくてもよい。

【0017】また、互いに厚さが異なる第1の直列共振子の励振用電極と第1の並列共振子の励振用電極は、共に、圧電薄膜における基体とは反対側の面に配置され、互いに厚さが異なる第2の直列共振子の励振用電極と第2の並列共振子の励振用電極は、共に、圧電薄膜における基体とは反対側の面に配置されていてもよい。

【0018】また、互いに厚さが異なる第1の直列共振子の励振用電極と第1の並列共振子の励振用電極、および互いに厚さが異なる第2の直列共振子の励振用電極と第2の並列共振子の励振用電極のうち、第1の直列共振子の励振用電極は、第1の厚さの第1の電極用膜によって構成され、第2の直列共振子の励振用電極は、第2の厚さの第2の電極用膜によって構成され、第1の並列共振子の励振用電極は、第1の電極用膜と第3の電極用膜との積層体によって構成され、第2の並列共振子の励振用電極は、第2の電極用膜と第3の電極用膜との積層体によって構成されていてもよい。

【0019】また、本発明のデュプレクサまたはその製造方法において、送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子は、更に、音響インピーダンスが異なる複数の誘電体層によって構成された音響多層膜を有していてもよい。この場合、すべての薄膜圧電共振子における音響多層膜の厚さは等しくてもよい。また、すべての薄膜圧電共振子における音響多層膜は連続していてもよい。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【第1の実施の形態】まず、図1を参照して、本発明の第1の実施の形態に係るデュプレクサの構成について説明する。図1は本実施の形態に係るデュプレクサの平面図である。

【0021】本実施の形態に係るデュプレクサ1は、図1に示したように、送信信号を通過させ、受信信号を遮断する送信用フィルタ97と、受信信号を通過させ、送信信号を遮断する受信用フィルタ98とを備え、図示しないアンテナに接続されるものである。送信用フィルタ97および受信用フィルタ98は、それぞれ複数の圧電薄膜共振子を含んでいる。送信用フィルタ97および受信用フィルタ98に含まれるすべての圧電薄膜共振子は、1つの基体の上に配置されている。このようにして、送信用フィルタ97および受信用フィルタ98を含むチップ10が構成されている。デュプレクサ1は、チップ10と、このチップ10が実装された実装基板30とを備えている。

【0022】次に、図1ないし図3を参照して、実装基板30の構成について詳しく説明する。図2は実装基板30の平面図、図3は実装基板30の中層を示す平面図である。実装基板30は、積層された複数の層を含んでいる。そのうちの1つが、図3に示した中層であり、この中層は、実装基板30の厚さ方向の中間の位置に配置されている。実装基板30の大きさは、例えば縦8mm、横8mm、厚さ1mmである。また、実装基板30の材料には、例えばガラスエポキシが用いられる。

【0023】図1および図2に示したように、実装基板30の上面には、信号用導体部32、33、34、35と接地用導体部36とが設けられている。信号用導体部32は、実装基板30に実装されるチップ10の図1における左上の角部近傍の位置から、実装基板30の上面における左辺の中央部まで延びている。信号用導体部33は、実装基板30に実装されるチップ10の図1における右下の角部近傍の位置から、実装基板30の上面における右辺の中央部まで延びている。信号用導体部34は、実装基板30に実装されるチップ10の図1における左下の角部近傍の位置から、実装基板30の上面における下辺の中央部まで延びている。信号用導体部35は、実装基板30に実装されるチップ10の図1における右上の角部近傍の位置に配置されている。

【0024】接地用導体部36は、実装基板30の上面中央に形成された中央部36aと、この中央部36aから周辺へ向かって延びる複数の延在部36bとを有している。中央部36aは、実装基板30の上面におけるチップ10と重なる部分のほぼ全体を覆っている。各延在部36bは、信号用導体部32、33、34、35を避けるようにして、中央部36aから実装基板30の上面

の四つの辺のいずれかまで延びている。

【0025】実装基板30の4つの側面には、それぞれ、端面スルーホール39が3つずつ設けられている。信号用導体部32は、実装基板30の上面における左辺の中央に配置された端面スルーホール39に電氣的に接続されている。同様に、信号用導体部33は、実装基板30の上面における右辺の中央に配置された端面スルーホール39に電氣的に接続されている。信号用導体部34は、実装基板30の上面における下辺の中央に配置された端面スルーホール39に電氣的に接続されている。接地用導体部36の複数の延在部36bは、それぞれ残りの端面スルーホール39に電氣的に接続されている。

【0026】図3に示したように、実装基板30の中層は、蛇行しながら延びる所定の長さの導体部を有している。この導体部によって4分の1波長位相変換器99が構成されている。4分の1波長位相変換器99の一端部は、実装基板30の中層まで達する信号用導体部35に接続されている。4分の1波長位相変換器99の他端部は、実装基板30の図3における下辺中央部に位置する端面スルーホール39を介して信号用導体部34に接続されている。

【0027】また、信号用導体部32、33、34、接地用導体部36および4分の1波長位相変換器99はそれぞれ、例えば、銅(Cu)層の上にニッケル(Ni)層と金(Au)層を順に積層して形成される。この場合、銅層の厚さは例えば18μmであり、ニッケル層と金層を合わせた厚さは例えば5μmである。

【0028】次に、本実施の形態に係るデュプレクサ1の回路構成について説明する。図4は本実施の形態に係るデュプレクサ1の回路図である。本実施の形態に係るデュプレクサ1は、図示しないアンテナに接続されるアンテナ端子91、92と、アンテナに対して送信信号を出力する図示しない送信回路に接続される送信信号端子93、94と、アンテナからの受信信号を入力する図示しない受信回路に接続される受信信号端子95、96とを備えている。

【0029】デュプレクサ1は、更に、送信信号を通過させ、受信信号を遮断する送信用フィルタ97と、受信信号を通過させ、送信信号を遮断する受信用フィルタ98とを備えている。フィルタ97、98は、それぞれ、2つの入力端子と2つの出力端子とを有している。

【0030】フィルタ97の2つの入力端子はそれぞれ送信信号端子93、94に接続されている。フィルタ97の2つの出力端子はそれぞれアンテナ端子91、92に接続されている。フィルタ98の一方の入力端子は4分の1波長位相変換器99を介してアンテナ端子91に接続され、他方の入力端子はアンテナ端子92に接続されている。フィルタ98の2つの出力端子はそれぞれ受信信号端子95、96に接続されている。送信回路から送られてきた送信信号は、フィルタ97を通過してアン

テナに送られる。また、アンテナからの受信信号は、4分の1波長位相変換器99を通過して、4分の1波長だけ位相がずれた信号に変換された後、フィルタ98を通過して図示しない受信回路に送られる。

【0031】図4におけるアンテナ端子91は、図1における信号用導体部34に対応する。図4における送信信号端子93は、図1における信号用導体部33に対応する。図4における受信信号端子95は、図1における信号用導体部32に対応する。図4におけるアンテナ端子92、送信信号端子94および受信信号端子96は、図1における接地用導体部36に対応する。

【0032】次に、本実施の形態における送信用フィルタ97の回路構成について説明する。図5は、送信用フィルタ97の回路構成を示す回路図である。図5に示したように、送信用フィルタ97は、それぞれ薄膜圧電共振子からなり、ラダー型のフィルタ回路を構成する直列共振子16Tおよび並列共振子17Tを有している。直列共振子16Tおよび並列共振子17Tは、それぞれ本発明における第1の直列共振子および第1の並列共振子に対応する。

【0033】また、送信用フィルタ97は、縦続接続された複数、例えば2つのフィルタ部43を備えている。2つのフィルタ部43は、それぞれ入力端と出力端とを有している。前段のフィルタ部43の入力端は、送信用フィルタ97の入力端41Tに接続されている。また、前段のフィルタ部43の出力端は、後段のフィルタ部43の入力端に接続されている。また、後段のフィルタ部43の出力端は、送信用フィルタ97の出力端42Tに接続されている。

【0034】各フィルタ部43は、2つの直列共振子16Tと、1つの並列共振子17Tとを有している。一方の直列共振子16Tの一端は、フィルタ部43の入力端に接続されている。一方の直列共振子16Tの他端は、他方の直列共振子16Tの一端に接続されている。他方の直列共振子16Tの他端は、フィルタ部43の出力端に接続されている。並列共振子17Tの一端は、2つの直列共振子16Tの接続点に接続されている。並列共振子17Tの他端は、接地されている。

【0035】次に、本実施の形態における受信用フィルタ98の回路構成について説明する。図6は、受信用フィルタ98の回路構成を示す回路図である。図6に示したように、受信用フィルタ98は、それぞれ薄膜圧電共振子からなり、ラダー型のフィルタ回路を構成する直列共振子16Rおよび並列共振子17Rを有している。直列共振子16Rおよび並列共振子17Rは、それぞれ本発明における第2の直列共振子および第2の並列共振子に対応する。

【0036】また、受信用フィルタ98は、縦続接続された複数、例えば2つのフィルタ部44を備えている。2つのフィルタ部44は、それぞれ入力端と出力端とを

有している。前段のフィルタ部44の入力端は、受信用フィルタ98の入力端41Rに接続されている。また、前段のフィルタ部44の出力端は、後段のフィルタ部44の入力端に接続されている。また、後段のフィルタ部44の出力端は、受信用フィルタ98の出力端42Rに接続されている。

【0037】各フィルタ部44は、1つの直列共振子16Rと、2つの並列共振子17Rとを有している。直列共振子16Rの一端は、フィルタ部44の入力端に接続されている。直列共振子16Rの他端は、フィルタ部44の出力端に接続されている。一方の並列共振子17Rの一端は、フィルタ部44の入力端に接続されている。また、一方の並列共振子17Rの他端は、接地されている。他方の並列共振子17Rの一端は、フィルタ部44の出力端に接続されている。また、他方の並列共振子17Rの他端は、接地されている。

【0038】図1に示したように、チップ10は、例えば、フェースアップボンディングによって実装基板30に実装されている。すなわち、チップ10は、複数の接続用の電極が露出した一方の面が、実装基板30の上面と同じ方向を向くように上向きに配置されている。チップ10の各接続用の電極は、例えばボンディングワイヤ20によって、実装基板30の導体部32～36の所定の位置に電気的に接続されている。

【0039】次に、図7および図8を参照して、チップ10における1つのフィルタ部43の構成について詳しく説明する。図7はフィルタ部43を示す平面図、図8は図7におけるA-A線断面を拡大して示す断面図である。なお、図8では、水平方向の寸法よりも垂直方向の寸法、すなわち厚さを大きく描いている。

【0040】チップ10は、基体11と、この基体11の上に配置されたバリア層12とを備えている。フィルタ部43は、バリア層12の上に配置された下部電極13A～13Dと、これらの下部電極13A～13Dの上に配置された圧電薄膜14と、この圧電薄膜14の上に配置された上部電極15Aとを備えている。なお、図7は、基体11およびバリア層12を省略して描いている。

【0041】図7および図8に示したように、基体11には、2つの直列共振子16Tと1つの並列共振子17Tが配置される領域に、1つの空洞11aが設けられている。図7に示したように、上方から見たときの空洞11aの形状は矩形になっている。基体11には、例えばSi基板が用いられる。

【0042】バリア層12は、基体11の空洞11aに対応する領域にも下部電極13A、13B、13Cを配置できるように、基体11と下部電極13A～13Dとを隔てる絶縁層である。バリア層12の材料には、例えば窒化ケイ素(SiN_x)が用いられる。

【0043】圧電薄膜14は、圧電性を有する薄膜であ

る。圧電薄膜 14 の材料には、例えば ZnO や AlN が用いられる。下部電極 13A ~ 13D および上部電極 15A は、それぞれ、主として金属よりなり、例えばクロム (Cr) 層の上に金 (Au) 層を積層して形成される。

【0044】下部電極 13A、13B は、図 7 における左右に並べて配置されている。下部電極 13C は、下部電極 13A、13B の図 7 における下側に配置されている。下部電極 13D は、下部電極 13A、13B の図 7 における上側に配置されている。下部電極 13A、13B の各平面形状は、互いに近接する端部近傍部分の幅が他の部分より若干大きい略矩形形状に形成されている。下部電極 13C、13D の各平面形状は、いずれも、一方に長い矩形をなしている。上部電極 15A の平面形状は、略 T 字形をなし、且つ下部電極 13A、13B と対向する 2 つの部分の幅は他の部分より若干大きくなっている。下部電極 13A はフィルタ部 43 の入力端を兼ね、下部電極 13B はフィルタ部 43 の出力端を兼ねている。下部電極 13C、13D は接地される。

【0045】図 7 に示したように上方から見たときに、下部電極 13A の右側の約半分は空洞 11a に対応する領域内に配置され、下部電極 13A の左側の約半分は空洞 11a に対応する領域の外に配置されている。下部電極 13B の左側の約半分は空洞 11a に対応する領域内に配置され、下部電極 13B の右側の約半分は空洞 11a に対応する領域の外に配置されている。また、下部電極 13C の両端近傍の部分は空洞 11a に対応する領域の外に配置され、下部電極 13C の他の部分は空洞 11a に対応する領域内に配置されている。下部電極 13D は全体が空洞 11a に対応する領域の外に配置されている。また、上部電極 15A は全体が空洞 11a に対応する領域内に配置されている。

【0046】下部電極 13A の右側の端部近傍の一部と上部電極 15A の左側の端部近傍の一部は、圧電薄膜 14 を介して互いに対向するように配置されている。そして、下部電極 13A および上部電極 15A の互いに重なる部分と、これらの間に配置された圧電薄膜 14 の一部とによって、フィルタ部 43 の入力端側の直列共振子 16T が形成されている。この直列共振子 16T は、圧電性を有する圧電薄膜 14 と、圧電薄膜 14 の両面に配置され、圧電薄膜 14 に対して励振用電圧を印加するための 2 つの励振用電極である下部電極 13A および上部電極 15A を有する薄膜圧電共振子である。なお、図 7 では、便宜上、下部電極 13A と上部電極 15A の互いに重なる部分の大きさを若干異ならせているが、実際にはこれらの大きさは等しい。

【0047】また、下部電極 13B の左側の端部近傍の一部と上部電極 15A の右側の端部近傍の一部は、圧電薄膜 14 を介して互いに対向するように配置されている。そして、下部電極 13B および上部電極 15A の互

いに重なる部分と、これらの間に配置された圧電薄膜 14 の一部とによって、フィルタ部 43 の出力端側の直列共振子 16T が形成されている。この直列共振子 16T は、入力端側の直列共振子 16T と同様に、圧電性を有する圧電薄膜 14 と、圧電薄膜 14 の両面に配置され、圧電薄膜 14 に対して励振用電圧を印加するための 2 つの励振用電極である下部電極 13B および上部電極 15A を有する薄膜圧電共振子である。なお、図 7 では、便宜上、下部電極 13B と上部電極 15A の互いに重なる部分の大きさを若干異ならせているが、実際にはこれらの大きさは等しい。また、出力端側の直列共振子 16T の断面構造は、図 8 に示した入力端側の直列共振子 16T と同様である。

【0048】また、下部電極 13C の中央近傍の一部と上部電極 15A の下側の端部近傍の一部は、圧電薄膜 14 を介して互いに対向するように配置されている。そして、下部電極 13C および上部電極 15A の互いに重なる部分と、これらの間に配置された圧電薄膜 14 の一部とによって、並列共振子 17T が形成されている。この並列共振子 17T は、直列共振子 16T と同様に、圧電性を有する圧電薄膜 14 と、圧電薄膜 14 の両面に配置され、圧電薄膜 14 に対して励振用電圧を印加するための 2 つの励振用電極である下部電極 13C および上部電極 15A を有する薄膜圧電共振子である。なお、この並列共振子 17T の断面構造は、図 8 に示した直列共振子 16T と同様である。

【0049】図 7 に示したように、圧電薄膜 14 において、下部電極 13A の左側の端部近傍の部分に対応する位置と、下部電極 13B の右側の端部近傍の部分に対応する位置と、下部電極 13C の両端部近傍の部分に対応する位置と、下部電極 13D の両端部近傍の部分に対応する位置には、それぞれスルーホール 14a、14b、14c、14d が形成されている。

【0050】なお、前段のフィルタ部 43 の下部電極 13B と後段のフィルタ部 43 の下部電極 13A は、図示しない導体を介して接続されてもよいし、予め一体化されていてもよい。また、前段のフィルタ部 43 と後段のフィルタ部 43 の下部電極 13C 同士は、図示しない導体を介して接続されてもよいし、予め一体化されていてもよい。同様に、前段のフィルタ部 43 と後段のフィルタ部 43 の下部電極 13D 同士は、図示しない導体を介して接続されてもよいし、予め一体化されていてもよい。

【0051】前段のフィルタ部 43 の下部電極 13A は、スルーホール 14a を通過するボンディングワイヤ 20 によって、信号用導体部 33 に接続されている。また、後段のフィルタ部 43 の下部電極 13B は、スルーホール 14b を通過するボンディングワイヤ 20 によって、信号用導体部 34 に接続されている。また、2 つのフィルタ部 43 の下部電極 13C は、いずれかのスルー

10

20

30

40

50

ホール 14c を通過するボンディングワイヤ 20 によって、接地用導体部 36 に接続されている。また、2つのフィルタ部 43 の下部電極 13D は、いずれかのスルーホール 14d を通過するボンディングワイヤ 20 によって、接地用導体部 36 に接続されている。

【0052】下部電極 13A ~ 13D は本発明における第 1 の励振用電極に対応し、上部電極 15A は本発明における第 2 の励振用電極に対応する。下部電極 13A ~ 13D および上部電極 15A は、いずれも 1 つの導体層を含んでいる。従って、フィルタ部 43 において、各薄膜圧電共振子における下部電極または上部電極は、他のいずれかの薄膜圧電共振子における下部電極または上部電極に対して、これらの電極に共通に用いられる導体層によって接続されている。

【0053】次に、図 9 を参照して、チップ 10 における 1 つのフィルタ部 44 の構成について詳しく説明する。図 9 はフィルタ部 44 を示す平面図である。

【0054】フィルタ部 44 は、バリア層 12 の上に配置された下部電極 13E、13F と、これらの下部電極 13E、13F の上に配置された圧電薄膜 14 と、この圧電薄膜 14 の上に配置された上部電極 15B、15C とを備えている。なお、図 9 は、基体 11 およびバリア層 12 を省略して描いている。

【0055】図 9 に示したように、基体 11 には、1 つの直列共振子 16R と 2 つの並列共振子 17R が配置される領域に、1 つの空洞 11b が設けられている。上方から見たときの空洞 11b の形状は矩形になっている。

【0056】下部電極 13E、13F および上部電極 15B、15C は、フィルタ部 43 側の下部電極 13A ~ 13D および上部電極 15A と同様に、それぞれ、主として金属よりなり、例えばクロム (Cr) 層の上に金 (Au) 層を積層して形成される。

【0057】下部電極 13E、13F は、図 9 において上下に配置されている。このうち、上側に配置された下部電極 13E の平面形状は、略逆 T 字形をなし、且つ左側の端部近傍部分の幅は他の部分よりも若干大きくなっている。下側に配置された下部電極 13F の平面形状は、一方向に長い矩形をなしている。上部電極 15B、15C は、図 9 において上下に配置されている。このうち、下側に配置された上部電極 15B の平面形状は、略 T 字形をなし、且つ右側の端部近傍部分の幅は他の部分よりも若干大きくなっている。上側に配置された上部電極 15C の平面形状は、一方向に長い矩形をなしている。下部電極 13E はフィルタ部 44 の入力端を兼ね、上部電極 15B はフィルタ部 44 の出力端を兼ねている。下部電極 13F および上部電極 15C は接地される。

【0058】図 9 に示したように上方から見たときに、下部電極 13E の右側の端部近傍の部分は空洞 11b に対応する領域の外に配置され、下部電極 13E の他の部

分は、空洞 11b に対応する領域内に配置されている。下部電極 13F の両端近傍の部分は空洞 11b に対応する領域の外に配置され、下部電極 13F の他の部分は空洞 11b に対応する領域内に配置されている。また、上部電極 15B の左側の端部近傍の部分は空洞 11b に対応する領域の外に配置され、上部電極 15B の他の部分は、空洞 11b に対応する領域内に配置されている。上部電極 15C の両端近傍の部分は空洞 11b に対応する領域の外に配置され、上部電極 15C の他の部分は空洞 11b に対応する領域内に配置されている。

【0059】下部電極 13E の左側の端部近傍の一部と上部電極 15B の右側の端部近傍の一部とは、圧電薄膜 14 を介して互いに対向するように配置されている。そして、下部電極 13E および上部電極 15B の互いに重なる部分と、これらの間に配置された圧電薄膜 14 の一部とによって、直列共振子 16R が形成されている。この直列共振子 16R は、直列共振子 16T と同様に、圧電性を有する圧電薄膜 14 と、圧電薄膜 14 の両面に配置され、圧電薄膜 14 に対して励振用電圧を印加するための 2 つの励振用電極である下部電極 13E および上部電極 15B を有する薄膜圧電共振子である。なお、この直列共振子 16R の断面構造は、図 8 に示した直列共振子 16T と同様である。また、図 9 では、便宜上、下部電極 13E と上部電極 15B の互いに重なる部分の大きさを若干異ならせているが、実際にはこれらの大きさは等しい。

【0060】また、下部電極 13E の図 9 における上側の端部近傍の一部と上部電極 15C の中間部分の一部は、圧電薄膜 14 を介して互いに対向するように配置されている。そして、下部電極 13E および上部電極 15C の互いに重なる部分と、これらの間に配置された圧電薄膜 14 の一部とによって、フィルタ部 44 の入力端側の並列共振子 17R が形成されている。この並列共振子 17R は、直列共振子 16T と同様に、圧電性を有する圧電薄膜 14 と、圧電薄膜 14 の両面に配置され、圧電薄膜 14 に対して励振用電圧を印加するための 2 つの励振用電極である下部電極 13E および上部電極 15C を有する薄膜圧電共振子である。なお、この並列共振子 17R の断面構造は、図 8 に示した直列共振子 16T と同様である。

【0061】また、下部電極 13F の中間部分の一部と上部電極 15B の図 9 における下側の端部近傍の一部は、圧電薄膜 14 を介して互いに対向するように配置されている。そして、下部電極 13F および上部電極 15B の互いに重なる部分と、これらの間に配置された圧電薄膜 14 の一部とによって、フィルタ部 44 の出力側の並列共振子 17R が形成されている。この並列共振子 17R は、直列共振子 16T と同様に、圧電性を有する圧電薄膜 14 と、圧電薄膜 14 の両面に配置され、圧電薄膜 14 に対して励振用電圧を印加するための 2 つの励振

用電極である下部電極13Fおよび上部電極15Bを有する薄膜圧電共振子である。なお、この並列共振子17Rの断面構造は、図8に示した直列共振子16Tと同様である。

【0062】図9に示したように、圧電薄膜14において、下部電極13Eの右側の端部近傍の部分に対応する位置と、下部電極13Fの両端部近傍の部分に対応する位置とは、それぞれスルーホール14e、14fが形成されている。

【0063】前段のフィルタ部44の上部電極15Bは、図示しない導体を介していると共に、スルーホール14eを経て、後段のフィルタ部44の下部電極13Eに接続される。また、前段のフィルタ部44と後段のフィルタ部44の下部電極13F同士は、図示しない導体を介して接続されてもよいし、予め一体化されていてもよい。同様に、前段のフィルタ部44と後段のフィルタ部44の上部電極15C同士は、図示しない導体を介して接続されてもよいし、予め一体化されていてもよい。

【0064】前段のフィルタ部44の下部電極13Eは、スルーホール14eを通過するボンディングワイヤ20によって、信号用導体部35に接続されている。また、後段のフィルタ部44の上部電極15Bは、ボンディングワイヤ20によって、信号用導体部32に接続されている。また、2つのフィルタ部44の下部電極13Fは、いずれかのスルーホール14fを通過するボンディングワイヤ20によって、接地用導体部36に接続されている。また、上部電極15Cは、ボンディングワイヤ20によって、接地用導体部36に接続されている。

【0065】下部電極13E、13Fは本発明における第1の励振用電極に対応し、上部電極15B、15Cは本発明における第2の励振用電極に対応する。下部電極13E、13Fおよび上部電極15B、15Cは、いずれも1つの導体層を含んでいる。従って、フィルタ部44において、各薄膜圧電共振子における下部電極または上部電極は、他のいずれかの薄膜圧電共振子における下部電極または上部電極に対して、これらの電極に共通に用いられる導体層によって接続されている。

【0066】本実施の形態では、送信用フィルタ97および受信フィルタ98に含まれるすべての薄膜圧電共振子における圧電薄膜14は連続している。なお、圧電薄膜14が連続しているというのは、圧電薄膜14が複数の部分に完全に分断されていないことを言い、例えば圧電薄膜14にスルーホールのような孔が形成されている場合も含む。

【0067】また、本実施の形態では、送信用フィルタ97および受信フィルタ98に含まれるすべての薄膜圧電共振子における下部電極は、連続する1つの面の上に配置されている。この連続する1つの面というのは、連続する1つの層の1つの面を言い、ここではバリア層12の上面である。なお、連続する1つの面は、平面に

限らず、多少の凹凸を含む面であってもよい。

【0068】また、本実施の形態では、送信用フィルタ97および受信フィルタ98に含まれるすべての薄膜圧電共振子における上部電極は、連続する1つの面の上に配置されている。この連続する1つの面というのは、連続する1つの層の1つの面を言い、ここでは圧電薄膜14の上面である。なお、連続する1つの面は、平面に限らず、多少の凹凸を含む面であってもよい。また、すべての薄膜圧電共振子における上部電極は、圧電薄膜14の上面の上に、連続する他の層を介して配置されていてもよい。

【0069】各共振子16T、17T、16R、17Rにおいて、下部電極と上部電極には、高周波の励振用電圧が印加される。この励振用電圧は圧電薄膜14に印加される。これにより、圧電薄膜14のうち、下部電極と上部電極との間に配置された部分が励振され、この部分に厚さ方向に進行する弾性波が発生する。この部分は、励振用電圧の周波数が所定の共振周波数のときに共振する。

【0070】本実施の形態では、共振子16T、17T、16R、17Rのそれぞれにおける上部電極の厚さを変えることによって、各共振子16T、17T、16R、17Rの共振周波数を異ならせている。

【0071】図7に示したように、フィルタ部43における上部電極15Aは、それぞれ下部電極13A、13Bに対向して、各直列共振子16Tの一部を構成する2つの直列共振子形成部15Asと、下部電極13Cに対向して、並列共振子17Tの一部を構成する並列共振子形成部15Apとを有している。直列共振子形成部15Asと並列共振子形成部15Apとは、互いに厚さが異なっている。本実施の形態では、並列共振子形成部15Apの厚さ t_a は、直列共振子形成部15Asの厚さ t_s よりも大きくなっている。そして、厚さの差 $t_a - t_s$ を Δt_{as} で表す。直列共振子形成部15Asは、本発明における第1の直列共振子の励振用電極に対応し、並列共振子形成部15Apは、本発明における第1の並列共振子の励振用電極に対応する。

【0072】また、図9に示したように、フィルタ部44における上部電極15Bは、下部電極13Eに対向して、直列共振子16Rの一部を構成する直列共振子形成部15Bsと、下部電極13Fに対向して、並列共振子17Rの一部を構成する並列共振子形成部15Bpとを有している。また、フィルタ部44における上部電極15Cは、下部電極13Eに対向して、並列共振子17Rの一部を構成する並列共振子形成部15Cpを有している。直列共振子形成部15Bsは、並列共振子形成部15Bpおよび並列共振子形成部15Cpと厚さが異なっている。本実施の形態では、並列共振子形成部15Bpおよび並列共振子形成部15Cpの各厚さは共に t_a となっている。この厚さ t_a は、直列共振子形成部15B

sの厚さ t_2 よりも大きくなっている。そして、厚さの差 $t_4 - t_2$ を Δt_{42} で表す。直列共振子形成部15Bsは、本発明における第2の直列共振子の励振用電極に対応し、並列共振子形成部15Bpおよび並列共振子形成部15Cpは、本発明における第2の並列共振子の励振用電極に対応する。

【0073】送信用フィルタ97と受信用フィルタ98とでは、通過帯域が異なっている。そのため、上記の各厚さ $t_1 \sim t_4$ は互いに異なっている。ただし、本実施の形態では、並列共振子形成部15Apと直列共振子形成部15Asの厚さの差 Δt_{31} を、並列共振子形成部15Bp、15Cpと直列共振子形成部15Bsの厚さの差 Δt_{42} と等しくしている。

【0074】ここで、本実施の形態に係るデュプレクサ1における各部の寸法の一例を挙げる。この例では、フィルタ部43およびフィルタ部44の双方において、圧電薄膜14の厚さは $0.9\mu\text{m}$ であり、下部電極13A \sim 13Fの厚さは 100nm である。また、フィルタ部43において、直列共振子16Tの大きさは、縦 $150\mu\text{m}$ 、横 $150\mu\text{m}$ であり、並列共振子17Tの大きさは、縦 $185\mu\text{m}$ 、横 $185\mu\text{m}$ である。更に、フィルタ部44において、直列共振子16Rの大きさは、縦 $100\mu\text{m}$ 、横 $100\mu\text{m}$ であり、並列共振子17Rの大きさは、縦 $143\mu\text{m}$ 、横 $143\mu\text{m}$ である。そして、直列共振子形成部15Asの厚さ t_1 は 90nm であり、並列共振子形成部15Apの厚さ t_3 は 105nm である。また、直列共振子形成部15Bsの厚さ t_2 は 55nm であり、並列共振子形成部15Bp、15Cpの厚さ t_4 は 70nm である。厚さの差 Δt_{31} 、 Δt_{42} は、いずれも 15nm である。

【0075】次に、本実施の形態に係るデュプレクサ1の製造方法について説明する。この製造方法は、チップ10を作製する工程と、実装基板30を作製する工程と、チップ10を実装基板30に実装する工程とを備えている。なお、図1に示したように、チップ10は、複数の接続用の電極が露出した一方の面が、実装基板30の上面と同じ方向を向くように上向きに配置されている。

【0076】このようにして、パッケージ化されたデュプレクサ1が製造される。このデュプレクサ1は、実装基板30の端面スルーホール39の近辺において他の基板にはんだ付けされることによって、他の基板に対して電気的に接続され、且つ機械的に固定される。

【0077】次に、本実施の形態におけるチップ10の作製工程の一例について説明する。このチップ10の作製工程では、基体11として、(100)面を有するように配向したSi基板を用いた。そして、この基体11の上面(表面)と下面(裏面)にそれぞれ、化学的気相成長(CVD)法により、 200nm の厚さの窒化ケイ素(SiNx)膜を形成した。基体11の上面に形成さ

れた窒化ケイ素膜は上部のバリア層12となり、基体11の下面に形成された窒化ケイ素膜は、図示しない下部のバリア層となる。

【0078】次に、下部のバリア層に、フォトリソグラフィおよびドライエッチングにより図示しない複数の開口部を形成した。下部のバリア層は、後にエッチングによって基体11に空洞11a、11bを形成するためのマスクとして用いられる。

【0079】次に、バリア層12の上面の上に、送信用フィルタ97および受信用フィルタ98に含まれるすべての薄膜圧電共振子における下部電極13A \sim 13Fを形成した。なお、本例では、バリア層12の上面は平面である。従って、すべての薄膜圧電共振子における下部電極13A \sim 13Fは、同一平面上に配置される。下部電極13A \sim 13Fは、以下で説明するようにリフトオフ法により、約 5nm の厚さのCr層および約 100nm のAu層を、この順に形成することによって形成した。すなわち、まず、バリア層12の上面に、フォトリソグラフィにより、下部電極13A \sim 13Fの各々を形成すべき位置に開口部を有するレジストパターンを形成した。次に、スパッタ法により、レジストパターンを覆うように、約 5nm の厚さのCr層および約 100nm の厚さのAu層を、この順に形成した。次に、レジストパターンを除去し、レジストパターンの開口部内に形成されたCr層およびAu層を下部電極13A \sim 13Fとした。

【0080】次に、スパッタ法により、下部電極13A \sim 13Fを覆うように約 $0.9\mu\text{m}$ の厚さのZnO層を形成することによって、送信用フィルタ97および受信用フィルタ98に含まれるすべての薄膜圧電共振子における圧電薄膜14が連続するように、圧電薄膜14を形成した。次に、酢酸を用いて圧電薄膜14の一部を除去することによって、スルーホール14a \sim 14fを形成した。

【0081】次に、圧電薄膜14の上面の上に、送信用フィルタ97および受信用フィルタ98に含まれるすべての薄膜圧電共振子における上部電極15A \sim 15Cを、リフトオフ法により形成した。この上部電極15A \sim 15Cを形成する工程については、後で詳しく説明する。

【0082】上部電極15A \sim 15Cの形成が完了した後、下部のバリア層をマスクとし、KOHを用いて、下面(裏面)側より基体11をエッチングして、空洞11a、11bを形成した。(100)面を有するように配向したSi基板よりなる基体11は、KOHにより異方性エッチングが施される。その結果、基体11には、下側に向けて徐々に幅が広がる形状の空洞11a、11bが形成された。

【0083】次に、本実施の形態における上部電極15A \sim 15Cを形成する工程について詳しく説明する。こ

の上部電極15A～15Cの形成工程は、フィルタ部43における上部電極15Aを形成すべき領域に、この上部電極15Aと同じ平面形状と第1の厚さとを有する第1の電極用膜を形成する工程と、フィルタ部44における上部電極15B、15Cを形成すべき領域に、この上部電極15B、15Cと同じ平面形状と第2の厚さとを有する第2の電極用膜を形成する工程と、上部電極15Aのうちの並列共振子形成部15Apおよび上部電極15B、15Cのうちの並列共振子形成部15Bp、15Cpを形成すべき領域に、これらと同じ平面形状と第3の厚さとを有する第3の電極用膜を形成する工程とを含んでいる。これら3つの工程の順序は、任意である。第1の電極用膜は、2つの薄膜圧電共振子16Tおよび1つの薄膜圧電共振子17Tにおける上部電極に共通に用いられる導体層に対応する。上部電極15Bと同じ平面形状を有する第2の電極用膜は、1つの薄膜圧電共振子16Rおよび1つの薄膜圧電共振子17Rにおける上部電極に共通に用いられる導体層に対応する。

【0084】このようにして、本実施の形態では、送信用フィルタ97における直列共振子16Tの上部電極（直列共振子形成部15As）は、第1の厚さの第1の電極用膜によって形成され、受信用フィルタ98における直列共振子16Rの上部電極（直列共振子形成部15Bs）は、第2の厚さの第2の電極用膜によって形成される。また、送信用フィルタ97における並列共振子17Tの上部電極（並列共振子形成部15Ap）は、第1の電極用膜と第3の電極用膜との積層体によって形成され、受信用フィルタ98における並列共振子17Rの上部電極（並列共振子形成部15Bp、15Cp）は、第2の電極用膜と第3の電極用膜との積層体によって形成される。このように、本実施の形態によれば、3回の成膜工程によって、互いに厚さの異なる4種類の上部電極を形成することができる。

【0085】なお、上部電極15A～15Cの下地との密着性を確保するために形成されるCr層等の層は、上記の3つの工程の順番に関係なく、最初に形成する。

【0086】以下、図10ないし図13を参照して、上部電極15A～15Cの形成工程の具体的な一例について説明する。この例では、まず、圧電薄膜14の上面に、フォトリソグラフィにより、フィルタ部43における上部電極15Aに対応した形状の開口部を有するレジストパターンを形成した。次に、スパッタ法により、レジストパターンを覆うように、第1の電極用膜151を90nmの厚さに形成した。次に、レジストパターンを除去して、図10に示したように、上部電極15Aを形成すべき領域に、上部電極15Aと同じ平面形状を有するようにパターニングされた第1の電極用膜151を形成した。

【0087】次に、第1の電極用膜151および圧電薄膜14の上面に、フォトリソグラフィにより、フィルタ

部44における上部電極15B、15Cに対応した形状の開口部を有するレジストパターンを形成した。次に、スパッタ法により、レジストパターンを覆うように、第2の電極用膜152を55nmの厚さに形成した。次に、レジストパターンを除去して、図11に示したように、上部電極15B、15Cを形成すべき領域に、上部電極15B、15Cと同じ平面形状を有するようにパターニングされた第2の電極用膜152を形成した。

【0088】次に、第1の電極用膜151、第2の電極用膜152および圧電薄膜14の上面に、フォトリソグラフィにより、フィルタ部43における並列共振子形成部15Apおよびフィルタ部44における並列共振子形成部15Bp、15Cpに対応した形状の開口部を有するレジストパターンを形成した。次に、スパッタ法により、レジストパターンを覆うように、第3の電極用膜153、154を15nmの厚さに形成した。次に、レジストパターンを除去し、図12に示したように、並列共振子形成部15Apを形成すべき領域に、並列共振子形成部15Apと同じ平面形状を有するようにパターニングされた第3の電極用膜153を形成した。これと同時に、図13に示したように、並列共振子形成部15Bp、15Cpを形成すべき領域に、並列共振子形成部15Bp、15Cpと同じ平面形状を有するようにパターニングされた第3の電極用膜154を形成した。このようにして、第1の電極用膜151と第3の電極用膜153からなる厚さ105nmの積層体と、第2の電極用膜152と第3の電極用膜154からなる厚さ70nm積層体とを同時に形成した。

【0089】この例では、送信用フィルタ97における直列共振子16Tの上部電極（直列共振子形成部15As）は第1の電極用膜151によって形成され、受信用フィルタ98における直列共振子16Rの上部電極（直列共振子形成部15Bs）は第2の電極用膜152によって形成される。また、送信用フィルタ97における並列共振子17Tの上部電極（並列共振子形成部15Ap）は、第1の電極用膜151と第3の電極用膜153との積層体によって形成され、受信用フィルタ98における並列共振子17Rの上部電極（並列共振子形成部15Bp、15Cp）は、第2の電極用膜152と第3の電極用膜154との積層体によって形成される。このように、本例では、3回の成膜工程によって、互いに厚さの異なる4種類の上部電極を形成した。

【0090】図14は、送信用フィルタ97の所望の特性の一例を示し、図15は、受信用フィルタ98の所望の特性の一例を示している。なお、図14および図15は、送信用フィルタ97および受信用フィルタ98を構成する各フィルタ回路の伝送特性（減衰量）を表す S_{21} パラメータの周波数特性を表している。本実施の形態では、例えば、図14、図15に示したような送信用フィルタ97および受信用フィルタ98のフィルタ特性

をシミュレーションで設計する。この際、下部電極 13 A~13 F および圧電薄膜 14 の各厚さ、ならびに下部電極 13 A~13 F および上部電極 15 A~15 C の大きさ等を最適化して、送信用フィルタ 97 における直列共振子 16 T の上部電極（直列共振子形成部 15 A s）と並列共振子 17 T の上部電極（並列共振子形成部 15 A p）と間における厚さの差と、受信用フィルタ 98 における直列共振子 16 R の上部電極（直列共振子形成部 15 B s）と並列共振子 17 R の上部電極（並列共振子形成部 15 B p, 15 C p）との間における厚さの差とが互いに等しくなるようにした。

【0091】以上説明したように、本実施の形態では、送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98 に含まれる直列共振子 16 T, 16 R および並列共振子 17 T, 17 R のすべてを 1 つの基体 11 上に配置して、送信用フィルタ 97 と受信用フィルタ 98 とを 1 つのチップ 10 内に設けている。そのため、本実施の形態によれば、送信用フィルタ 97 を含むチップと受信用フィルタ 98 を含むチップとを別個に作製する場合に比べて、チップを作製するために要する工程数を少なくすることができる。また、本実施の形態によれば、送信用フィルタ 97 を含むチップと受信用フィルタ 98 を含むチップとを別個に作製する場合に比べて、製作すべきチップの数が減ることから、ウェハからチップを切り出す回数も減る。更に、本実施の形態によれば、デュプレクサ 1 の実装基板 30 に 1 つのチップ 10 を実装すればよく、2 つのチップを実装する場合に比べて工程数を少なくすることができる。以上のことから、本実施の形態によれば、デュプレクサ 1 を少ない工程数で製造することができる。

【0092】また、本実施の形態では、送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98 に含まれるすべての薄膜圧電共振子における圧電薄膜 14 は連続している。従って、本実施の形態によれば、圧電薄膜 14 を各薄膜圧電共振子毎に分割されるようにパターンニングする必要がなく、これにより、より少ない工程数でデュプレクサを製造することができる。

【0093】また、本実施の形態では、送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98 に含まれるすべての薄膜圧電共振子における下部電極は、連続する 1 つの面の上に配置されている。これにより、本実施の形態によれば、下部電極の形成が容易になる。

【0094】また、本実施の形態では、送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98 に含まれるすべての薄膜圧電共振子における上部電極は、連続する 1 つの面の上に配置されている。これにより、本実施の形態によれば、上部電極の形成が容易になる。

【0095】また、本実施の形態では、送信用フィルタ 97 における並列共振子形成部 15 A p の厚さ t_3 と直列共振子形成部 15 A s の厚さ t_1 との差 Δt_{31} を、受信用フィルタ 98 における並列共振子形成部 15 B p

および並列共振子形成部 15 C p の厚さ t_4 と直列共振子形成部 15 B s の厚さ t_2 との差 Δt_{42} と等しくしている。従って、例えば、第 1 回目の成膜工程で厚さ t_1 の第 1 の電極用膜を成膜し、第 2 回目の成膜工程で厚さ t_2 の第 2 の電極用膜を成膜し、第 3 回目の成膜で厚さ t_1 の第 1 の電極用膜および厚さ t_2 の第 2 の電極用膜のそれぞれの上に、差 Δt_{31} (Δt_{42}) に対応した厚さの第 3 の電極用膜を部分的に成膜することにより、3 回の成膜工程で 4 種類の異なる厚さの上部電極を形成することができる。これにより、デュプレクサ 1 をより少ない工程数で製造することができる。

【0096】〔第 2 の実施の形態〕次に、図 16 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態に係るデュプレクサおよびその製造方法について説明する。図 16 は、本実施の形態における送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98 に含まれるすべての薄膜圧電共振子を代表して示す断面図である。図 16 において、符号 13 は下部電極 13 A~13 F を代表して示し、符号 15 は上部電極 15 A~15 C を代表して示している。本実施の形態に係るデュプレクサでは、送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98 に含まれるすべての薄膜圧電共振子は、音響インピーダンスが異なる複数の誘電体層によって構成された音響多層膜 23 を有している。この音響多層膜 23 は、基体 11 と下部電極 13 との間に配置されている。本実施の形態では、基体 11 に空洞 11 a は設けられていない。

【0097】音響多層膜 23 は、音響インピーダンスの高い誘電体材料からなる第 1 の誘電体層 23 A と、音響インピーダンスの低い誘電体材料からなる第 2 の誘電体層 23 B とを交互に積層することによって構成されている。第 1 の誘電体層 23 A は、例えば AlN 、 ZnO 、 Al_2O_3 のいずれかによって構成されている。第 2 の誘電体層 23 B は、例えば SiO_2 によって構成されている。

【0098】音響多層膜 23 は、圧電薄膜 14 によって発生された弾性波を圧電薄膜 14 内に閉じ込める機能を有する。各誘電体層 23 A, 23 B の厚さは、例えば、共振周波数に対応する各誘電体層 23 A, 23 B 内における波長の 4 分の 1 前後に設定される。

【0099】本実施の形態において、送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98 に含まれるすべての薄膜圧電共振子における音響多層膜 23 の厚さは等しくなっている。また、送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98 に含まれるすべての薄膜圧電共振子における音響多層膜 23 は連続している。本実施の形態に係るデュプレクサのその他の構成は、第 1 の実施の形態と同様である。

【0100】本実施の形態に係るデュプレクサの製造方法では、下部電極 13 を形成する工程の前に、基体 11 の上に、送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98

10

20

30

40

50

に含まれるすべての薄膜圧電共振子における音響多層膜 23 を形成する工程を備えている。下部電極 13 は、音響多層膜 23 の上に形成される。本実施の形態に係るデュプレクサの製造方法におけるその他の工程は、第 1 の実施の形態と同様である。

【0101】本実施の形態において、音響多層膜 23 は、金属層を含まず、音響インピーダンスが異なる複数の誘電体層のみによって構成されている。もし、音響多層膜 23 が金属層を含んでいると、音響多層膜 23 を各薄膜圧電共振子の平面形状と同様な形状にパターン化しなければ、各薄膜圧電共振子における下部電極と金属層との間に大きなキャパシタンスが生じてしまう。このキャパシタンスは、1 つの共振子から他の共振子への好ましくない寄生容量結合を生じさせる。しかし、音響多層膜 23 をパターン化すると、音響多層膜 23 が存在する部分と存在しない部分との間に段差が生じ、音響多層膜 23 の上に薄膜圧電共振子の他の層を安定して形成することが難しくなる。これに対し、本実施の形態では、音響多層膜 23 は複数の誘電体層のみによって構成されているので、上記の寄生容量結合を生じさせることなく、すべての薄膜圧電共振子間で連続するように音響多層膜 23 を形成することができる。これにより、本実施の形態によれば、少ない工程数で、安定してデュプレクサを製造することができる。

【0102】ところで、音響多層膜 23 の最適な厚さは、各薄膜圧電共振子の共振周波数によって異なる。しかし、デュプレクサにおける送信用フィルタ 97 と受信用フィルタ 98 に用いられる複数の薄膜圧電共振子間では、共振周波数の差は非常に小さい。例えば、2 GHz 付近の周波数帯域で使用されるデュプレクサでは、複数の薄膜圧電共振子間における共振周波数の差は 80 MHz 程度であり、これは共振周波数の 4 % 程度である。従って、各薄膜圧電共振子毎に音響多層膜 23 の厚さを変えなくても、デュプレクサとして十分な特性を得ることができる。そこで、本実施の形態では、送信用フィルタ 97 および受信用フィルタ 98 に含まれるすべての薄膜圧電共振子における音響多層膜 23 の厚さを等しくしている。これにより、少ない工程数で、安定してデュプレクサを製造することができる。

【0103】圧電薄膜 14 の材料には、例えば ZnO や AlN が用いられる。これらの材料の弾性定数の温度係数は負である。これに対し、SiO₂ の弾性定数の温度係数は正である。そのため、本実施の形態において、音響多層膜 23 における第 2 の誘電体層 23B の材料として SiO₂ を用いた場合には、第 2 の誘電体層 23B に、薄膜圧電共振子の共振周波数の温度係数を零に近づける温度補償層の機能も持たせることができる。なお、共振周波数の温度係数とは、温度変化に対する共振周波数の変化率を言う。

【0104】本実施の形態におけるその他の構成、作用

および効果は、第 1 の実施の形態と同様である。

【0105】なお、本発明は上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、チップを実装基板に実装する方法としては、フェースアップボンディングに限らず、フリップチップボンディング等のフェースダウンボンディングを用いてもよい。

【0106】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載のデュプレクサまたは請求項 11 ないし 20 のいずれかに記載のデュプレクサの製造方法では、送信用フィルタおよび受信用フィルタに含まれるすべての薄膜圧電共振子は 1 つの基体上に配置される。従って、本発明によれば、送信用フィルタを含むチップと受信用フィルタを含むチップとを別個に作製し、これらを実装基板に実装して製造するデュプレクサに比べて、少ない工程数でデュプレクサを製造することが可能になるという効果を奏する。また、本発明では、すべての薄膜圧電共振子における圧電薄膜は連続している。従って、本発明によれば、圧電薄膜を各薄膜圧電共振子毎に分割されるようにパターンニングする必要がなく、これにより、より少ない工程数でデュプレクサを製造することができるという効果を奏する。

【0107】また、請求項 2 記載のデュプレクサまたは請求項 12 記載のデュプレクサの製造方法では、すべての薄膜圧電共振子における第 1 の励振用電極は、連続する 1 つの面の上に配置される。これにより、本発明によれば、第 1 の励振用電極の形成が容易になるという効果を奏する。

【0108】また、請求項 3 記載のデュプレクサまたは請求項 13 記載のデュプレクサの製造方法では、すべての薄膜圧電共振子における第 2 の励振用電極は、連続する 1 つの面の上に配置される。これにより、本発明によれば、第 2 の励振用電極の形成が容易になるという効果を奏する。

【0109】また、請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載のデュプレクサまたは請求項 15 ないし 17 のいずれかに記載のデュプレクサの製造方法によれば、3 回の成膜工程により、互いに厚さの異なる 4 種類の励振用電極を形成することができる。従って、本発明によれば、より少ない工程数でデュプレクサを製造することができるという効果を奏する。

【0110】また、請求項 9 記載のデュプレクサまたは請求項 19 記載のデュプレクサの製造方法によれば、すべての薄膜圧電共振子における音響多層膜の厚さが等しいので、少ない工程数で、安定してデュプレクサを製造することができるという効果を奏する。

【0111】また、請求項 10 記載のデュプレクサまたは請求項 20 記載のデュプレクサの製造方法によれば、すべての薄膜圧電共振子における音響多層膜は連続しているため、少ない工程数で、安定してデュプレクサを製

造することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係るデュプレクサの平面図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態における実装基板の平面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態における実装基板の中層を示す平面図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態に係るデュプレクサの回路構成を示す回路図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態における送信用フィルタの回路構成を示す回路図である。

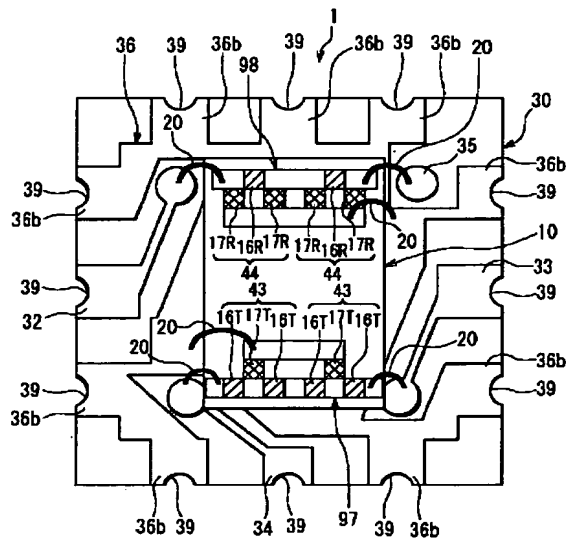
【図 6】本発明の第 1 の実施の形態における受信用フィルタの回路構成を示す回路図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態における送信用フィルタを構成するフィルタ部を示す平面図である。

【図 8】図 7 における A-A 線断面を拡大して示す断面図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態における受信用フィルタを構成するフィルタ部を示す平面図である。

【図 1】



【図 10】本発明の第 1 の実施の形態に係るデュプレクサの製造方法における一工程を示す説明図である。

【図 11】図 10 に示した工程に続く工程を示す説明図である。

【図 12】図 11 に示した工程に続く工程を示す説明図である。

【図 13】図 12 に示した工程と同時に行う工程を示す説明図である。

【図 14】本発明の第 1 の実施の形態における送信用フィルタの特性を示す特性図である。

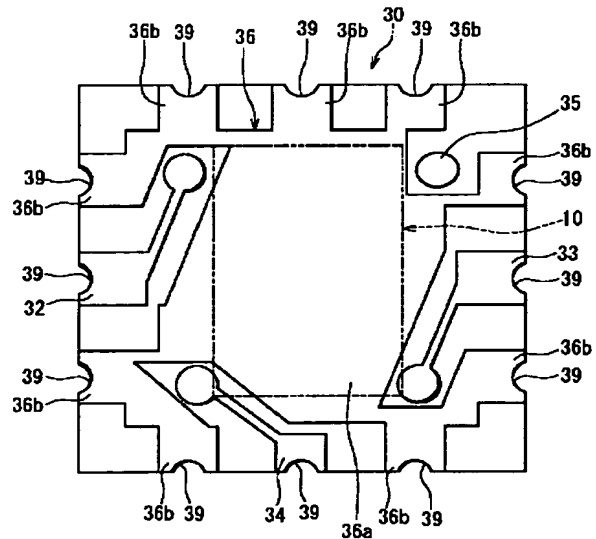
【図 15】本発明の第 1 の実施の形態における受信用フィルタの特性を示す特性図である。

【図 16】本発明の第 2 の実施の形態における薄膜圧電共振子の断面図である。

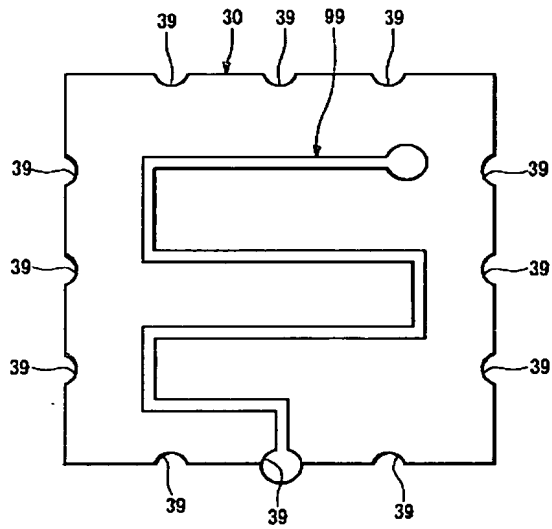
【符号の説明】

1…デュプレクサ、10…チップ、11…基体、12…バリア層、13A~13F…下部電極、14…圧電薄膜、15A~15C…上部電極、16T, 16R…直列共振子、17T, 17R…並列共振子、30…実装基板、97…送信用フィルタ、98…受信用フィルタ。

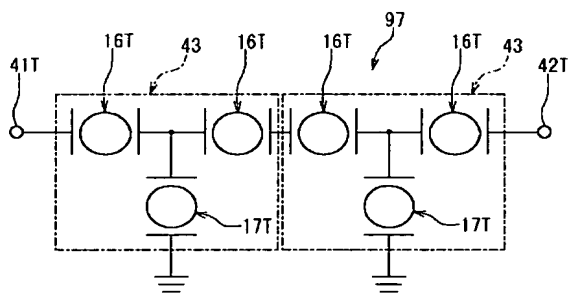
【図 2】



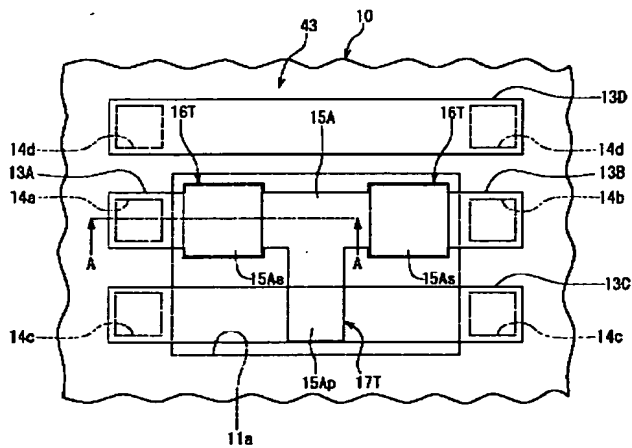
【図 3】



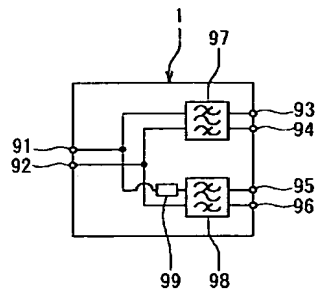
【図 5】



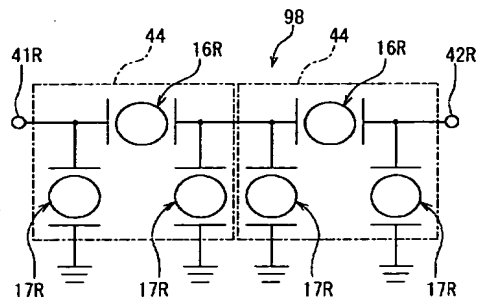
【図 7】



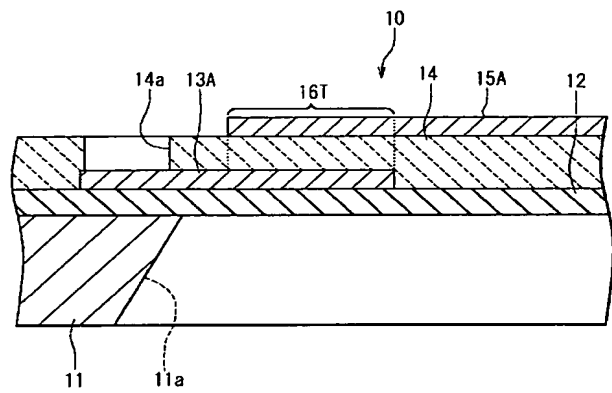
【図 4】



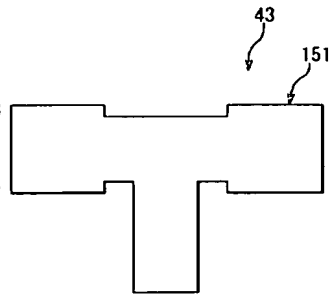
【図 6】



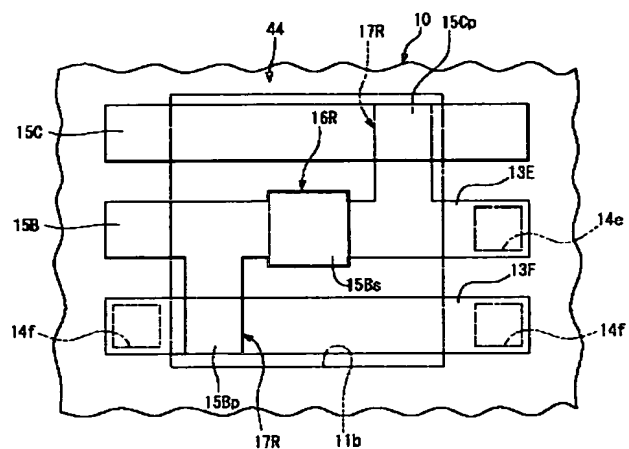
【図 8】



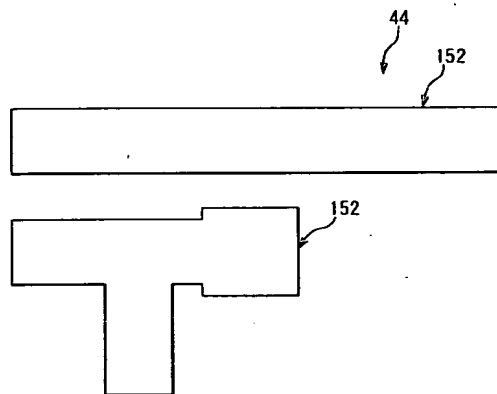
【図 10】



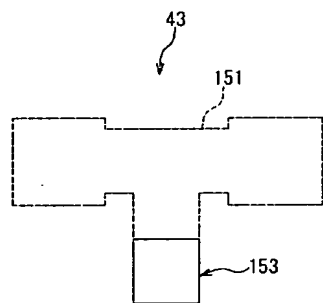
【図 9】



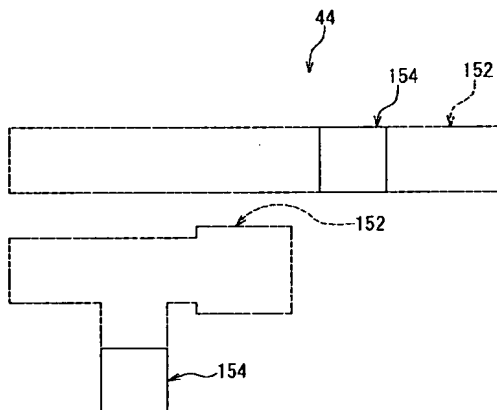
【図 11】



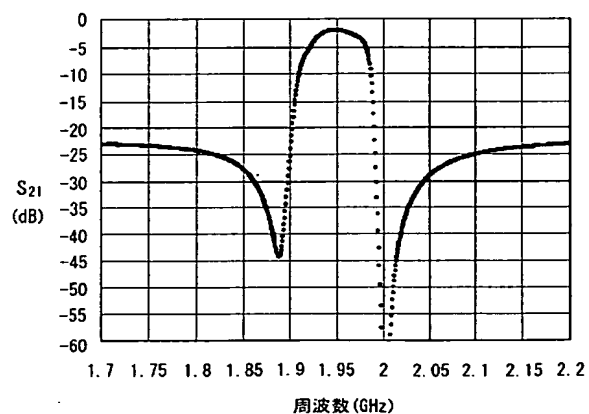
【図 12】



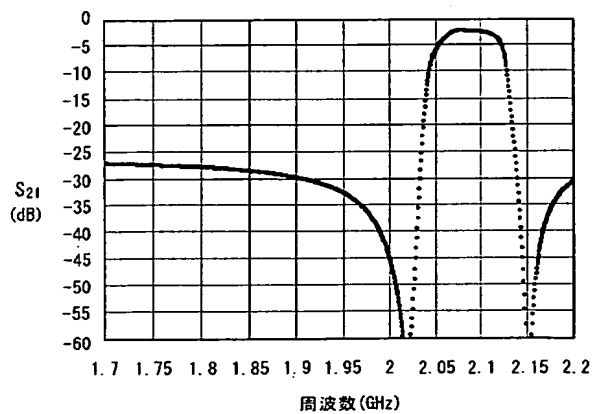
【図 13】



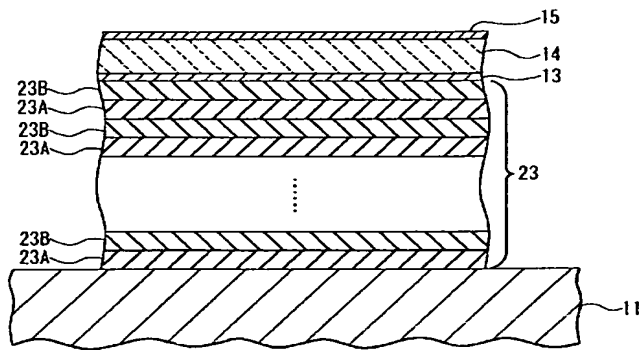
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

H03H 3/02
9/17
9/58

識別記号

F I

H01L 41/08

テコード (参考)

J

L

Z

D

101Z

41/22

41/08

41/18

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

Bibliography

- (19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)
- (12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)
- (11) [Publication No.] JP, 2003-324336, A (P2003-324336A)
- (43) [Date of Publication] November 14, Heisei 15 (2003. 11.14)
- (54) [Title of the Invention] A duplexer and its manufacture approach
- (51) [The 7th edition of International Patent Classification]
- H03H 9/70
- H01L 41/08
- 41/09
- 41/18
- 41/22
- H03H 3/02
- 9/17
- 9/58
- [FI]
- H03H 9/70
- 3/02 E
- 9/17 F
- 9/58 A
- H01L 41/08 U
- J
- L
- 41/22 Z
- 41/08 D
- 41/18 101 Z
- [Request for Examination] Un-asking.
- [The number of claims] 20
- [Mode of Application] OL
- [Number of Pages] 17
- (21) [Application number] Application for patent 2003-46693 (P2003-

46693)

(22) [Filing date] February 25, Heisei 15 (2003. 2. 25)

(31) [Application number of the priority] Application for patent 2002-51126 (P2002-51126)

(32) [Priority date] February 27, Heisei 14 (2002. 2. 27)

(33) [Country Declaring Priority] Japan (JP)

(71) [Applicant]

[Identification Number] 000003067

[Name] TDK Corp.

[Address] 1-13-1, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo

(72) [Inventor(s)]

[Name] Areole Eiki

[Address] 1-13-1, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo Inside of TDK Corp.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Gunji Katsuhiko

[Address] 1-13-1, Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo Inside of TDK Corp.

(74) [Attorney]

[Identification Number] 100107559

[Patent Attorney]

[Name] Hoshimiya Katsumi

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

Epitome

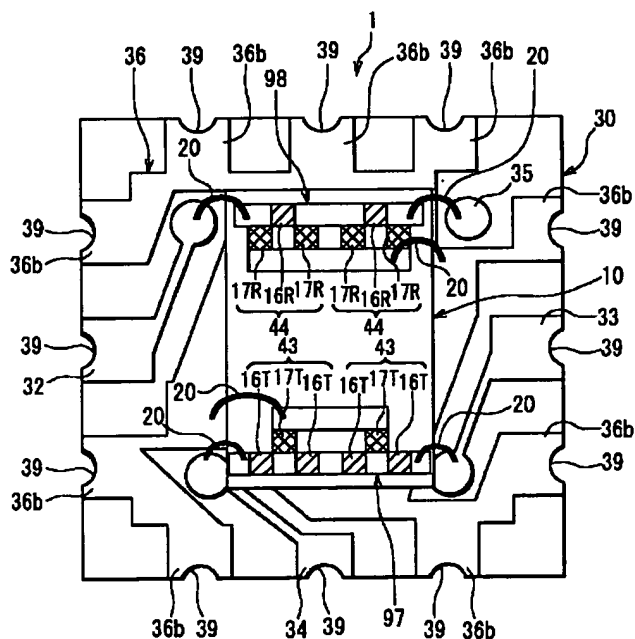
(57) [Abstract]

[Technical problem] It enables it to manufacture the duplexer using a thin film piezo resonator by the small routing counter.

[Means for Solution] The duplexer 1 passed the sending signal and is equipped with the chip 10 containing the filter 97 for transmission which intercepts an input signal, and the filter 98 for reception which

is made to pass an input signal and intercepts a sending signal. All, the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception are arranged to both sides of the piezo-electric thin film which has piezoelectric, and a piezo-electric thin film, and contain the thin film piezo resonators 16 and 17 which have two electrodes for excitation which impress the electrical potential difference for excitation to a piezo-electric thin film. All the thin film piezo resonators 16 and 17 contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception are arranged on one base.

[Translation done.]



[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The duplexer which is equipped with the filter for transmission which is characterized by providing the following, and which is made to pass a sending signal and intercepts an input signal, and the filter for reception which is made to pass an input signal and intercepts a sending signal, and is connected to an antenna It is the piezo-electric thin film with which it has one more base and each of said filters for transmission and filters for reception has piezoelectric. The 1st which is arranged to both sides of said piezo-electric thin film, and impresses the electrical potential difference for excitation to said piezo-electric thin film, and the 2nd electrode for excitation

[Claim 2] The 1st electrode for excitation in all thin film piezo resonators is a duplexer according to claim 1 characterized by being arranged on one continuous field.

[Claim 3] The 2nd electrode for excitation in all thin film piezo resonators is a duplexer according to claim 1 or 2 characterized by being arranged on one continuous field.

[Claim 4] claim 1 characterized by including the 2nd series resonance child and the 2nd parallel resonance child who said filter for transmission consists of said thin film piezo resonator, respectively, and said filter for reception consists of said thin film piezo resonator including the 1st series resonance child and the 1st parallel resonance child who constitute the filter circuit of a ladder mold, respectively, and constitute the filter circuit of a ladder mold thru/or 3 -- a duplexer given in either.

[Claim 5] In said filter for transmission, the electrode for excitation of said 1st series resonance child stationed in one field of said piezo-electric thin film, respectively, and said 1st parallel resonance child's electrode for excitation Thickness differs mutually and the electrode for excitation of said 2nd series resonance child stationed in one field of said piezo-electric thin film, respectively, and said 2nd parallel resonance child's electrode for excitation in said filter for reception Thickness differs mutually and the difference of the thickness between said 1st series resonance child's electrode for excitation, and said 1st parallel resonance child's electrode for excitation The duplexer according to claim 4 characterized by being equal to the difference of the thickness between said 2nd series resonance child's

electrode for excitation, and said 2nd parallel resonance child's electrode for excitation.

[Claim 6] Said 1st series resonance child's electrode for excitation with which thickness differs mutually, and said 1st parallel resonance child's electrode for excitation Said 2nd series resonance child's electrode for excitation with which it is arranged in the field of the opposite side, and thickness both differs from the base in said piezo-electric thin film mutually, and said 2nd parallel resonance child's electrode for excitation The duplexer according to claim 5 both characterized by being arranged with the base in said piezo-electric thin film in the field of the opposite side.

[Claim 7] The 1st series resonance child's electrode for excitation and the 1st parallel resonance child's electrode for excitation with which thickness differs mutually, And the 1st series resonance child's electrode for excitation among the 2nd series resonance child's electrode for excitation with which thickness differs mutually, and the 2nd parallel resonance child's electrode for excitation It is constituted by the 1st film for electrodes of the 1st thickness. The 2nd series resonance child's electrode for excitation It is constituted by the 2nd film for electrodes of the 2nd thickness. The 1st parallel resonance child's electrode for excitation It is the duplexer according to claim 5 or 6 characterized by being constituted by the layered product of said 1st film for electrodes, and the 3rd film for electrodes, and the 2nd parallel resonance child's electrode for excitation being constituted by the layered product of said 2nd film for electrodes, and the 3rd film for electrodes.

[Claim 8] All the thin film piezo resonators contained in said filter for transmission and the filter for reception are duplexers according to claim 1 to 7 characterized by having the sound multilayers further constituted by two or more dielectric layers from which an acoustic impedance differs.

[Claim 9] The duplexer according to claim 8 with which thickness of said sound multilayers in all thin film piezo resonators is characterized by the equal thing.

[Claim 10] Said sound multilayers in all thin film piezo resonators are duplexers according to claim 8 or 9 characterized by continuing.

[Claim 11] The duplexer which is equipped with the filter for transmission which is characterized by providing the following, and which is made to pass a sending signal and intercepts an input signal, and the filter for reception which is made to pass an input signal and intercepts a sending signal, and is connected to an antenna Each of said

filters for transmission and filters for reception is a piezo-electric thin film which has piezoelectric. The process which is the approach of manufacturing the duplexer containing the thin film piezo resonator which has the 1st [which is arranged to both sides of said piezo-electric thin film, and impresses the electrical potential difference for excitation to said piezo-electric thin film], and 2nd electrodes for excitation, and forms the 1st electrode for excitation of all the thin film piezo resonators contained in said filter for transmission, and the filter for reception on one base The process which forms said piezo-electric thin film on said 1st electrode for excitation so that the piezo-electric thin film in all thin film piezo resonators may continue The process which forms the 2nd electrode for excitation of all the thin film piezo resonators contained in said filter for transmission, and the filter for reception on said piezo-electric thin film

[Claim 12] The 1st electrode for excitation in all thin film piezo resonators is the manufacture approach of the duplexer according to claim 11 characterized by being arranged on one continuous field.

[Claim 13] The 2nd electrode for excitation in all thin film piezo resonators is the manufacture approach of the duplexer according to claim 11 or 12 characterized by being arranged on one continuous field.

[Claim 14] It is the manufacture approach of the duplexer according to claim 11 to 13 characterized by including the 2nd series resonance child and the 2nd parallel resonance child who said filter for transmission consists of said thin film piezo resonator, respectively, and said filter for reception consists of said thin film piezo resonator including the 1st series resonance child and the 1st parallel resonance child who constitute the filter circuit of a ladder mold, respectively, and constitute the filter circuit of a ladder mold.

[Claim 15] In said filter for transmission, the electrode for excitation of said 1st series resonance child stationed in one field of said piezo-electric thin film, respectively, and said 1st parallel resonance child's electrode for excitation Thickness differs mutually and the electrode for excitation of said 2nd series resonance child stationed in one field of said piezo-electric thin film, respectively, and said 2nd parallel resonance child's electrode for excitation in said filter for reception Thickness differs mutually and the difference of the thickness between said 1st series resonance child's electrode for excitation, and said 1st parallel resonance child's electrode for excitation The manufacture approach of the duplexer according to claim 14 characterized by being equal to the difference of the thickness between said 2nd series resonance child's electrode for excitation, and said 2nd parallel

resonance child's electrode for excitation.

[Claim 16] Said 1st series resonance child's electrode for excitation with which thickness differs mutually, and said 1st parallel resonance child's electrode for excitation Said 2nd series resonance child's electrode for excitation with which it is arranged in the field of the opposite side, and thickness both differs from the base in said piezo-electric thin film mutually, and said 2nd parallel resonance child's electrode for excitation The manufacture approach of the duplexer according to claim 15 both characterized by being arranged with the base in said piezo-electric thin film in the field of the opposite side.

[Claim 17] The 1st series resonance child's electrode for excitation and the 1st parallel resonance child's electrode for excitation with which thickness differs mutually, And the 1st series resonance child's electrode for excitation among the 2nd series resonance child's electrode for excitation with which thickness differs mutually, and the 2nd parallel resonance child's electrode for excitation It is formed with the 1st film for electrodes of the 1st thickness. The 2nd series resonance child's electrode for excitation It is formed with the 2nd film for electrodes of the 2nd thickness. The 1st parallel resonance child's electrode for excitation It is the manufacture approach of the duplexer according to claim 15 or 16 characterized by being formed of the layered product of said 1st film for electrodes, and the 3rd film for electrodes, and forming the 2nd parallel resonance child's electrode for excitation of the layered product of said 2nd film for electrodes, and the 3rd film for electrodes.

[Claim 18] All the thin film piezo resonators contained in said filter for transmission and the filter for reception It has the sound multilayers constituted by two or more dielectric layers from which an acoustic impedance differs. Furthermore, the manufacture approach of a duplexer Before the process which forms said 1st electrode for excitation, furthermore, on said base It is the manufacture approach of the duplexer according to claim 11 to 17 which is equipped with the process which forms said sound multilayers of all the thin film piezo resonators contained in said filter for transmission, and the filter for reception, and is characterized by forming said 1st electrode for excitation on said sound multilayers.

[Claim 19] The manufacture approach of a duplexer according to claim 18 that thickness of said sound multilayers in all thin film piezo resonators is characterized by the equal thing.

[Claim 20] Said sound multilayers in all thin film piezo resonators are

the manufacture approaches of the duplexer according to claim 18 or 19 characterized by continuing.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the duplexer which used the thin film piezo resonator, and its manufacture approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] Miniaturization and RF-ization of an operating frequency are advanced every year in recent years in mobile communication equipment, such as a cellular phone which has spread by leaps and bounds. Therefore, a miniaturization and RF-ization of the frequency which can be responded are requested also from the electronic parts used for mobile communication equipment.

[0003] In order to make transmission and reception share one antenna, there is a thing equipped with the duplexer which changes the path of a sending signal and the path of an input signal in mobile communication equipment. This duplexer passed the sending signal and is equipped with the filter for transmission which intercepts an input signal, and the filter for reception which is made to pass an input signal and intercepts a sending signal.

[0004] In recent years, a surface acoustic wave filter may be used for the filter in the above-mentioned duplexer. A surface acoustic wave filter can respond to the frequency to 2GHz, and it has the description that it can miniaturize compared with a ceramic filter. However, when the operating frequency of mobile communication equipment is set to 2GHz or more from now on, in order for a surface acoustic wave filter to

correspond to such a frequency, there are many technical technical problems in the present condition.

[0005] Then, as shown in the patent reference 1 recently, the device called a thin film bulk acoustic resonator (it is described also as FBAR below Thin Film Bulk Acoustic Resonator;.) attracts attention. This FBAR is a thin film piezo resonator using resonance of the thickness direction of a piezo-electric thin film. In FBAR, resonance frequency is changeable by changing the thickness of a piezo-electric thin film. Moreover, it is thought that FBAR can be corresponded to the frequency of several GHz.

[0006] As a filter using a resonator, there is a ladder mold filter, for example. This ladder mold filter contains a series resonance child and a parallel resonance child as a basic configuration. If needed, cascade connection of two or more basic configurations is carried out, and a ladder mold filter is constituted.

[0007]

[Patent reference 1] JP, 2000-278078, A [0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the method of producing separately the chip containing the filter for transmission and the chip containing the filter for reception as the manufacture approach of a duplexer, and carrying these chips in the mounting substrate for duplexers is common.

[0009] However, by the above-mentioned manufacture approach, while producing two kinds of chips, it is necessary to mount two chips in a mounting substrate. Therefore, by this manufacture approach, there is a trouble that there are many routing counters taken to manufacture a duplexer.

[0010] This invention was made in view of this trouble, and the purpose is in offering the duplexer which can be manufactured by the small routing counter, and its manufacture approach.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The filter for transmission which the duplexer of this invention makes pass a sending signal, and intercepts an input signal, The piezo-electric thin film with which an input signal is passed and it has the filter for reception which intercepts a sending signal, and it is the duplexer connected to an antenna, and has one more base, and each of filters for transmission and filters for reception has piezoelectric, It is arranged to both sides of a piezo-electric thin film, and the thin film piezo resonator which has the 1st [which impresses the electrical potential difference for excitation to a piezo-electric thin film], and 2nd electrodes for excitation is included. All

the thin film piezo resonators contained in the filter for transmission and the filter for reception are arranged on a base, and the piezo-electric thin film in all thin film piezo resonators is continuing.

[0012] The filter for transmission which the manufacture approach of the duplexer of this invention makes pass a sending signal, and intercepts an input signal, An input signal is passed, and it has the filter for reception which intercepts a sending signal, and connects with an antenna. The filter for transmission, and the filter for reception All are arranged to both sides of the piezo-electric thin film which has piezoelectric, and a piezo-electric thin film. It is the approach of manufacturing the duplexer containing the thin film piezo resonator which has the 1st [which impresses the electrical potential difference for excitation to a piezo-electric thin film], and 2nd electrodes for excitation. So that the piezo-electric thin film in all thin film piezo resonators may follow the process which forms the 1st electrode for excitation of all the thin film piezo resonators contained in the filter for transmission, and the filter for reception on one base It has the process which forms a piezo-electric thin film on the 1st electrode for excitation, and the process which forms the 2nd electrode for excitation of all the thin film piezo resonators contained in the filter for transmission, and the filter for reception on a piezo-electric thin film.

[0013] By the duplexer or its manufacture approach of this invention, all the thin film piezo resonators contained in the filter for transmission and the filter for reception are arranged on one base. Therefore, in this invention, the chip containing the filter for transmission and the chip containing the filter for reception are produced separately, and it becomes possible to manufacture a duplexer by the small routing counter compared with the duplexer which mounts these in a mounting substrate and manufactures them.

[0014] In the duplexer or its manufacture approach of this invention, the 1st electrode for excitation in all thin film piezo resonators may be arranged on one continuous field. Moreover, in the duplexer or its manufacture approach of this invention, the 2nd electrode for excitation in all thin film piezo resonators may be arranged on one continuous field.

[0015] Moreover, in the duplexer or its manufacture approach of this invention, the filter for transmission may consist of a thin film piezo resonator, respectively, the filter for reception may consist of a thin film piezo resonator including the 1st series resonance child and the 1st parallel resonance child who constitute the filter circuit of a ladder mold, respectively, and the 2nd series resonance child and the

2nd parallel resonance child who constitute the filter circuit of a ladder mold may be included.

[0016] In the filter for transmission, the electrode for excitation of the 1st series resonance child stationed in one field of a piezo-electric thin film, respectively, and the 1st parallel resonance child's electrode for excitation Thickness may differ mutually and the electrode for excitation of the 2nd series resonance child stationed in one field of a piezo-electric thin film, respectively may differ in thickness from the 2nd parallel resonance child's electrode for excitation mutually in the filter for reception. Furthermore, the difference of the thickness between the 1st series resonance child's electrode for excitation and the 1st parallel resonance child's electrode for excitation may be equal to the difference of the thickness between the 2nd series resonance child's electrode for excitation, and the 2nd parallel resonance child's electrode for excitation.

[0017] Moreover, a base [in / in both the 1st series resonance child's electrodes for excitation and the 1st parallel resonance child's electrodes for excitation with which thickness differs mutually / a piezo-electric thin film] may be arranged in the field of the opposite side, and the base [in / in both the 2nd series resonance child's electrodes for excitation and the 2nd parallel resonance child's electrodes for excitation with which thickness differs / a piezo-electric thin film] of each other may be arranged in the field of the opposite side.

[0018] Moreover, the 1st series resonance child's electrode for excitation and the 1st parallel resonance child's electrode for excitation with which thickness differs mutually, And the 1st series resonance child's electrode for excitation among the 2nd series resonance child's electrode for excitation with which thickness differs mutually, and the 2nd parallel resonance child's electrode for excitation It is constituted by the 1st film for electrodes of the 1st thickness. The 2nd series resonance child's electrode for excitation It may be constituted by the 2nd film for electrodes of the 2nd thickness, the 1st parallel resonance child's electrode for excitation may be constituted by the layered product of the 1st film for electrodes, and the 3rd film for electrodes, and the 2nd parallel resonance child's electrode for excitation may be constituted by the layered product of the 2nd film for electrodes, and the 3rd film for electrodes.

[0019] Moreover, in the duplexer or its manufacture approach of this invention, all the thin film piezo resonators contained in the filter for transmission and the filter for reception may have the sound

multilayers further constituted by two or more dielectric layers from which an acoustic impedance differs. In this case, the thickness of the sound multilayers in all thin film piezo resonators may be equal. Moreover, the sound multilayers in all thin film piezo resonators may be continuing.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing. [the gestalt of the 1st operation] -- with reference to drawing 1 , the configuration of the duplexer concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention is explained first. Drawing 1 is the top view of the duplexer concerning the gestalt of this operation.

[0021] As shown in drawing 1 , the duplexer 1 concerning the gestalt of this operation passes a sending signal, is equipped with the filter 97 for transmission which intercepts an input signal, and the filter 98 for reception which is made to pass an input signal and intercepts a sending signal, and is connected to the antenna which is not illustrated. The filter 97 for transmission and the filter 98 for reception contain two or more piezo-electric thin film resonators, respectively. All the piezo-electric thin film resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception are arranged on one base. Thus, the chip 10 containing the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception is constituted. The duplexer 1 is equipped with the chip 10 and the mounting substrate 30 with which this chip 10 was mounted.

[0022] Next, with reference to drawing 1 thru/or drawing 3 , the configuration of the mounting substrate 30 is explained in detail. It is the top view in which drawing 2 shows the top view of the mounting substrate 30, and drawing 3 shows the middle lamella of the mounting substrate 30. The mounting substrate 30 contains two or more layers by which the laminating was carried out. One of them is the middle lamella shown in drawing 3 , and this middle lamella is arranged in the middle location of the thickness direction of the mounting substrate 30. The magnitude of the mounting substrate 30 is 1mm in 8mm long, 8mm wide, and thickness. Moreover, for example, glass epoxy is used for the ingredient of the mounting substrate 30.

[0023] it was shown in drawing 1 and drawing 2 -- as -- the top face of the mounting substrate 30 -- the object for signals -- a conductor -- the sections 32, 33, 34, and 35 and the object for touch-down -- a conductor -- the section 36 is formed. the object for signals -- a conductor -- the section 32 is prolonged from the location near the

corner of the upper left in drawing 1 of the chip 10 mounted in the mounting substrate 30 to the center section of the left part in the top face of the mounting substrate 30. the object for signals -- a conductor -- the section 33 is prolonged from the location near the corner of the lower right in drawing 1 of the chip 10 mounted in the mounting substrate 30 to the center section of the right-hand side in the top face of the mounting substrate 30. the object for signals -- a conductor -- the section 34 is prolonged from the location near the corner of the lower left in drawing 1 of the chip 10 mounted in the mounting substrate 30 to the center section of the lower side in the top face of the mounting substrate 30. the object for signals -- a conductor -- the section 35 is arranged in the location near the corner of the upper right in drawing 1 of the chip 10 mounted in the mounting substrate 30.

[0024] the object for touch-down -- a conductor -- the section 36 has center-section 36a formed in the center of a top face of the mounting substrate 30, and two or more extension section 36b prolonged toward the circumference from this center-section 36a. the part to which center-section 36a laps with the chip 10 in the top face of the mounting substrate 30 -- the whole is covered mostly. each extension section 36b -- the object for signals -- a conductor -- as the sections 32, 33, 34, and 35 were avoided, it has extended from center-section 36a to either of the four sides of the top face of the mounting substrate 30.

[0025] Every three end-face through holes 39 are established in four side faces of the mounting substrate 30, respectively. the object for signals -- a conductor -- the section 32 is electrically connected to the end-face through hole 39 arranged in the center of the left part in the top face of the mounting substrate 30. the same -- the object for signals -- a conductor -- the section 33 is electrically connected to the end-face through hole 39 arranged in the center of the right-hand side in the top face of the mounting substrate 30. the object for signals -- a conductor -- the section 34 is electrically connected to the end-face through hole 39 arranged in the center of the lower side in the top face of the mounting substrate 30. the object for touch-down -- a conductor -- two or more extension section 36b of the section 36 is electrically connected to the remaining end-face through holes 39, respectively.

[0026] the conductor of the predetermined die length prolonged while the middle lamella of the mounting substrate 30 moves in a zigzag direction, as shown in drawing 3 -- it has the section. this conductor -- the phase converter 99 is constituted at least for quadrant wavelength by the section. the object for signals to which at least quadrant wavelength

gives the end section of the phase converter 99 to the middle lamella of the mounting substrate 30 -- a conductor -- it connects with the section 35. the end-face through hole 39 where at least quadrant wavelength is located in a lower side center section [in / in the other end of the phase converter 99 / drawing 3 of the mounting substrate 30] -- minding -- the object for signals -- a conductor -- it connects with the section 34.

[0027] moreover, the object for signals -- a conductor -- the sections 32, 33, and 34 and the object for touch-down -- a conductor -- at least the section 36 and quadrant wavelength carry out the laminating of a nickel (nickel) layer and the golden (Au) layer to order on for example, a copper (Cu) layer, and, as for the phase converter 99, are formed, respectively. In this case, the thickness of a copper layer is 18 micrometers and the thickness which doubled the nickel layer and the gold layer is 5 micrometers.

[0028] Next, the circuitry of the duplexer 1 concerning the gestalt of this operation is explained. Drawing 4 is the circuit diagram of the duplexer 1 concerning the gestalt of this operation. The duplexer 1 concerning the gestalt of this operation is equipped with the antenna terminals 91 and 92 connected to the antenna which is not illustrated, the sending-signal terminals 93 and 94 connected to the sending circuit which outputs a sending signal to an antenna, and which is not illustrated, and the input-signal terminals 95 and 96 connected to the receiving circuit which inputs the input signal from an antenna, and which is not illustrated.

[0029] Further, the duplexer 1 passed the sending signal and is equipped with the filter 97 for transmission which intercepts an input signal, and the filter 98 for reception which is made to pass an input signal and intercepts a sending signal. Filters 97 and 98 have two input terminals and two output terminals, respectively.

[0030] Two input terminals of a filter 97 are connected to the sending-signal terminals 93 and 94, respectively. Two output terminals of a filter 97 are connected to the antenna terminals 91 and 92, respectively. One input terminal of a filter 98 is connected to the antenna terminal 91 through the phase converter 99 at least in quadrant wavelength, and the input terminal of another side is connected to the antenna terminal 92. Two output terminals of a filter 98 are connected to the input-signal terminals 95 and 96, respectively. The sending signal sent from a sending circuit passes a filter 97, and is sent to an antenna. Moreover, at least quadrant wavelength passes the phase converter 99, and the input signal from an antenna is sent to the receiving circuit which does

not pass and illustrate a filter 98, after only quadrant wavelength is changed into the signal with which the phase shifted.

[0031] the object [in / in the antenna terminal 91 in drawing 4 / drawing 1] for signals -- a conductor -- it corresponds to the section 34. the object [in / in the sending-signal terminal 93 in drawing 4 / drawing 1] for signals -- a conductor -- it corresponds to the section 33. the object [in / in the input-signal terminal 95 in drawing 4 / drawing 1] for signals -- a conductor -- it corresponds to the section 32. the object [in / in the antenna terminal 92 in drawing 4 , the sending-signal terminal 94, and the input-signal terminal 96 / drawing 1] for touch-down -- a conductor -- it corresponds to the section 36.

[0032] Next, the circuitry of the filter 97 for transmission in the gestalt of this operation is explained. Drawing 5 is the circuit diagram showing the circuitry of the filter 97 for transmission. As shown in drawing 5 , the filter 97 for transmission consists of a thin film piezo resonator, respectively, and it has series resonance child 16T which constitute the filter circuit of a ladder mold, and parallel resonance child 17T. Series resonance child 16T and parallel resonance child 17T correspond to the 1st series resonance child and the 1st parallel resonance child in this invention, respectively.

[0033] Moreover, the filter 97 for transmission is equipped with the plurality 43 by which cascade connection was carried out, for example, the two filter sections. The two filter sections 43 have the input edge and the outgoing end, respectively. The input edge of the filter section 43 of the preceding paragraph is connected to input edge 41T of the filter 97 for transmission. Moreover, the outgoing end of the filter section 43 of the preceding paragraph is connected to the input edge of the latter filter section 43. Moreover, the outgoing end of the latter filter section 43 is connected to outgoing end 42T of the filter 97 for transmission.

[0034] Each filter section 43 has two series resonance child 16T and one parallel resonance child 17T. One end of series resonance child 16T is connected to the input edge of the filter section 43. One other end of series resonance child 16T is connected to the end of series resonance child 16T of another side. The other end of series resonance child 16T of another side is connected to the outgoing end of the filter section 43. The end of parallel resonance child 17T is connected at two nodes of series resonance child 16T. The other end of parallel resonance child 17T is grounded.

[0035] Next, the circuitry of the filter 98 for reception in the gestalt of this operation is explained. Drawing 6 is the circuit diagram showing

the circuitry of the filter 98 for reception. As shown in drawing 6 , the filter 98 for reception consists of a thin film piezo resonator, respectively, and it has series resonance child 16R and parallel resonance child 17R which constitute the filter circuit of a ladder mold. Series resonance child 16R and parallel resonance child 17R correspond to the 2nd series resonance child and the 2nd parallel resonance child in this invention, respectively.

[0036] Moreover, the filter 98 for reception is equipped with the plurality 44 by which cascade connection was carried out, for example, the two filter sections. The two filter sections 44 have the input edge and the outgoing end, respectively. The input edge of the filter section 44 of the preceding paragraph is connected to input edge 41R of the filter 98 for reception. Moreover, the outgoing end of the filter section 44 of the preceding paragraph is connected to the input edge of the latter filter section 44. Moreover, the outgoing end of the latter filter section 44 is connected to outgoing end 42R of the filter 98 for reception.

[0037] Each filter section 44 has one series resonance child 16R and two parallel resonance child 17R. The end of series resonance child 16R is connected to the input edge of the filter section 44. The other end of series resonance child 16R is connected to the outgoing end of the filter section 44. The end of one parallel resonance child 17R is connected to the input edge of the filter section 44. Moreover, the other end of one parallel resonance child 17R is grounded. The end of parallel resonance child 17R of another side is connected to the outgoing end of the filter section 44. Moreover, the other end of parallel resonance child 17R of another side is grounded.

[0038] As shown in drawing 1 , the chip 10 is mounted in the mounting substrate 30 by face up bonding. Namely, as for the chip 10, the electrode for two or more connection is arranged upward so that while might be exposed and a field may turn to the same direction as the top face of the mounting substrate 30. the electrode for each connection of a chip 10 -- for example, the bonding wire 20 -- the conductor of the mounting substrate 30 -- it connects with the position of the sections 32-36 electrically.

[0039] Next, with reference to drawing 7 and drawing 8 , the configuration of the one filter section 43 in a chip 10 is explained in detail. They are the top view in which drawing 7 shows the filter section 43, and the sectional view which drawing 8 expands the A-A line cross section in drawing 7 , and is shown. In addition, in drawing 8 , the vertical dimension, i.e., thickness, is greatly drawn rather than

the horizontal dimension.

[0040] The chip 10 is equipped with the base 11 and the barrier layer 12 arranged on this base 11. The filter section 43 is equipped with the lower electrodes 13A-13D arranged on the barrier layer 12, the piezo-electric thin film 14 arranged on these lower electrodes 13A-13D, and up electrode 15A arranged on this piezo-electric thin film 14. In addition, drawing 7 is omitting and drawing the base 11 and the barrier layer 12.

[0041] As shown in drawing 7 and drawing 8, one cavernous 11a is prepared in the field to which two series resonance child 16T and one parallel resonance child 17T are arranged at a base 11. As shown in drawing 7, the configuration of cavernous 11a when seeing from the upper part has a rectangle. For example, Si substrate is used for a base 11.

[0042] The barrier layer 12 is an insulating layer which separates a base 11 and the lower electrodes 13A-13D so that the lower electrodes 13A, 13B, and 13C can be arranged also to the field corresponding to cavernous 11a of a base 11. Silicon nitride (SiNX) is used for the ingredient of the barrier layer 12.

[0043] The piezo-electric thin film 14 is a thin film which has piezoelectric. ZnO and AlN are used for the ingredient of the piezo-electric thin film 14. The lower electrodes 13A-13D and up electrode 15A mainly consist of a metal, for example, on a chromium (Cr) layer, carry out the laminating of the golden (Au) layer, and are formed, respectively.

[0044] The lower electrodes 13A and 13B are arranged in the right and left in drawing 7, and are arranged. Lower electrode 13C is arranged at the bottom in drawing 7 of the lower electrodes 13A and 13B. Lower electrode 13D is arranged at the bottom in drawing 7 of the lower electrodes 13A and 13B. Each flat-surface configuration of the lower electrodes 13A and 13B is formed in the shape of [than other parts / with the larger width of face of the part near the edge which approaches mutually / a little] an abbreviation rectangle. Each of each flat-surface configurations of the lower electrodes 13C and 13D is making the long rectangle to the one direction. The width of face of two parts which the flat-surface configuration of up electrode 15A counters with nothing and the lower electrodes 13A and 13B in an abbreviation T typeface is large a little from other parts. Lower electrode 13A served as the input edge of the filter section 43, and lower electrode 13B serves as the outgoing end of the filter section 43. The lower electrodes 13C and 13D are grounded.

[0045] As shown in drawing 7, when it sees from the upper part, the

abbreviation one half on the right-hand side of lower electrode 13A is arranged in the field corresponding to cavernous 11a, and the abbreviation one half on the left-hand side of lower electrode 13A is arranged outside the field corresponding to cavernous 11a. The abbreviation one half on the left-hand side of lower electrode 13B is arranged in the field corresponding to cavernous 11a, and the abbreviation one half on the right-hand side of lower electrode 13B is arranged outside the field corresponding to cavernous 11a. Moreover, the part near the both ends of lower electrode 13C is arranged outside the field corresponding to cavernous 11a, and other parts of lower electrode 13C are arranged in the field corresponding to cavernous 11a. Lower electrode 13D is arranged outside the field corresponding to cavernous 11a in the whole. Moreover, up electrode 15A is arranged in the field corresponding to cavernous 11a in the whole.

[0046] Near [near / on the right-hand side of lower electrode 13A / a part of / the edge / on the left-hand side of up electrode 15A / a part of] the edge, it is arranged so that it may counter mutually through the piezo-electric thin film 14. And series resonance child 16T of input one end of the filter section 43 are formed with the parts of lower electrode 13A and up electrode 15A which lap mutually, and some piezo-electric thin films 14 arranged among these. These series resonance child 16T are a thin film piezo resonator which has lower electrode 13A and up electrode 15A which are two electrodes for excitation for being arranged to both sides of the piezo-electric thin film 14 which has piezoelectric, and the piezo-electric thin film 14, and impressing the electrical potential difference for excitation to the piezo-electric thin film 14. In addition, although the magnitude of the parts of lower electrode 13A and up electrode 15A which lap mutually is changed a little for convenience in drawing 7, such magnitude is equal in fact.

[0047] Moreover, near [near / on the left-hand side of lower electrode 13B / a part of / the edge / on the right-hand side of up electrode 15A / a part of] the edge, it is arranged so that it may counter mutually through the piezo-electric thin film 14. And series resonance child 16T by the side of the outgoing end of the filter section 43 are formed with the parts of lower electrode 13B and up electrode 15A which lap mutually, and some piezo-electric thin films 14 arranged among these. These series resonance child 16T are a thin film piezo resonator which has lower electrode 13B and up electrode 15A which are two electrodes for excitation for being arranged like series resonance child 16T of input one end to both sides of the piezo-electric thin film 14 which has piezoelectric, and the piezo-electric thin film 14, and impressing the

electrical potential difference for excitation to the piezo-electric thin film 14. In addition, although the magnitude of the parts of lower electrode 13B and up electrode 15A which lap mutually is changed a little for convenience in drawing 7 , such magnitude is equal in fact. Moreover, the cross-section structure of series resonance child 16T by the side of an outgoing end is the same as that of series resonance child 16T of input one end shown in drawing 8 .

[0048] Moreover, near [near / a part of / the center of lower electrode 13C / a part of] the edge of the up electrode 15A bottom, it is arranged so that it may counter mutually through the piezo-electric thin film 14. And parallel resonance child 17T are formed with the part of lower electrode 13C and up electrode 15A which laps mutually, and some piezo-electric thin films 14 arranged among these. These parallel resonance child 17T are a thin film piezo resonator which has lower electrode 13C and up electrode 15A which is two electrodes for excitation for being arranged like series resonance child 16T to both sides of the piezo-electric thin film 14 which has piezoelectric, and the piezo-electric thin film 14, and impressing the electrical potential difference for excitation to the piezo-electric thin film 14. In addition, this cross-section structure of parallel resonance child 17T is the same as that of series resonance child 16T shown in drawing 8 .

[0049] As shown in drawing 7 , in the piezo-electric thin film 14, through holes 14a, 14b, 14c, and 14d are formed in the location corresponding to the part near [on the left-hand side of lower electrode 13A] the edge, the location corresponding to the part near [on the right-hand side of lower electrode 13B] the edge, the location corresponding to the part near the both ends of lower electrode 13C, and the location corresponding to the part near the both ends of lower electrode 13D, respectively.

[0050] In addition, you may connect through the conductor which is not illustrated and lower electrode 13B of the filter section 43 of the preceding paragraph and lower electrode 13A of the latter filter section 43 may be unified beforehand. Moreover, you may connect through the conductor which is not illustrated and lower electrode 13C of the filter section 43 of the preceding paragraph and the latter filter section 43 may be unified beforehand. Similarly, you may connect through the conductor which is not illustrated and lower electrode 13D of the filter section 43 of the preceding paragraph and the latter filter section 43 may be unified beforehand.

[0051] the bonding wire 20 to which lower electrode 13A of the filter section 43 of the preceding paragraph passes through hole 14a -- the

object for signals -- a conductor -- it connects with the section 33. moreover, the bonding wire 20 to which lower electrode 13B of the latter filter section 43 passes through hole 14b -- the object for signals -- a conductor -- it connects with the section 34. moreover, the bonding wire 20 to which lower electrode 13C of the two filter sections 43 passes one of through hole 14c -- the object for touch-down -- a conductor -- it connects with the section 36. moreover, the bonding wire 20 to which lower electrode 13D of the two filter sections 43 passes one of through hole 14d -- the object for touch-down -- a conductor -- it connects with the section 36.

[0052] The lower electrodes 13A-13D are equivalent to the 1st electrode for excitation in this invention, and up electrode 15A corresponds to the 2nd electrode for excitation in this invention. Each of lower electrodes 13A-13D and up electrode 15A contains one conductor layer. Therefore, in the filter section 43, the lower electrode or up electrode in each thin film piezo resonator is connected by the conductor layer used common to these electrodes to one of other lower electrodes or up electrodes in a thin film piezo resonator.

[0053] Next, with reference to drawing 9 , the configuration of the one filter section 44 in a chip 10 is explained in detail. Drawing 9 is the top view showing the filter section 44.

[0054] The filter section 44 is equipped with the lower electrodes 13E and 13F arranged on the barrier layer 12, the piezo-electric thin film 14 arranged on these lower electrodes 13E and 13F, and the up electrodes 15B and 15C arranged on this piezo-electric thin film 14. In addition, drawing 9 is omitting and drawing the base 11 and the barrier layer 12.

[0055] As shown in drawing 9 , one cavernous 11b is prepared in the field to which one series resonance child 16R and two parallel resonance child 17R are arranged at a base 11. The configuration of cavernous 11b when seeing from the upper part has a rectangle.

[0056] Like the lower electrodes 13A-13D by the side of the filter section 43, and up electrode 15A, the lower electrodes 13E and 13F and the up electrodes 15B and 15C mainly consist of a metal, for example, on a chromium (Cr) layer, carry out the laminating of the golden (Au) layer, and are formed, respectively.

[0057] The lower electrodes 13E and 13F are arranged up and down in drawing 9 . Among these, the flat-surface configuration of lower electrode 13E arranged at the bottom is large a little about the abbreviation reverse T typeface rather than the part of others [width of face / of nothing and the left-hand side part near the edge]. The flat-surface configuration of lower electrode 13F arranged at the bottom

is making the long rectangle to the one direction. The up electrodes 15B and 15C are arranged up and down in drawing 9 . Among these, the flat-surface configuration of up electrode 15B arranged at the bottom is large a little about the abbreviation T typeface rather than the part of others [width of face / of nothing and the right-hand side part near the edge]. The flat-surface configuration of up electrode 15C arranged at the bottom is making the long rectangle to the one direction. Lower electrode 13E served as the input edge of the filter section 44, and up electrode 15B serves as the outgoing end of the filter section 44. Lower electrode 13F and up electrode 15C are grounded.

[0058] As shown in drawing 9 , when it sees from the upper part, the part near [on the right-hand side of lower electrode 13E] the edge is arranged outside the field corresponding to cavernous 11b, and other parts of lower electrode 13E are arranged in the field corresponding to cavernous 11b. The part near the both ends of lower electrode 13F is arranged outside the field corresponding to cavernous 11b, and other parts of lower electrode 13F are arranged in the field corresponding to cavernous 11b. Moreover, the part near [on the left-hand side of up electrode 15B] the edge is arranged outside the field corresponding to cavernous 11b, and other parts of up electrode 15B are arranged in the field corresponding to cavernous 11b. The part near the both ends of up electrode 15C is arranged outside the field corresponding to cavernous 11b, and other parts of up electrode 15C are arranged in the field corresponding to cavernous 11b.

[0059] Near [near / on the left-hand side of lower electrode 13E / a part of / the edge / on the right-hand side of up electrode 15B / a part of] the edge, it is arranged so that it may counter mutually through the piezo-electric thin film 14. And series resonance child 16R is formed with the parts of lower electrode 13E and up electrode 15B which lap mutually, and some piezo-electric thin films 14 arranged among these. This series resonance child 16R is a thin film piezo resonator which has lower electrode 13E and up electrode 15B which are two electrodes for excitation for being arranged like series resonance child 16T to both sides of the piezo-electric thin film 14 which has piezoelectric, and the piezo-electric thin film 14, and impressing the electrical potential difference for excitation to the piezo-electric thin film 14. In addition, the cross-section structure of this series resonance child 16R is the same as that of series resonance child 16T shown in drawing 8 . Moreover, although the magnitude of the parts of lower electrode 13E and up electrode 15B which lap mutually is changed a little for convenience in drawing 9 , such magnitude is equal in fact.

[0060] Moreover, the part of the interstitial segment of up electrode 15C near [upper / a part of] the edge in drawing 9 of lower electrode 13E are arranged so that it may counter mutually through the piezo-electric thin film 14. And parallel resonance child 17R of input one end of the filter section 44 is formed with the parts of lower electrode 13E and up electrode 15C which lap mutually, and some piezo-electric thin films 14 arranged among these. This parallel resonance child 17R is a thin film piezo resonator which has lower electrode 13E and up electrode 15C which are two electrodes for excitation for being arranged like series resonance child 16T to both sides of the piezo-electric thin film 14 which has piezoelectric, and the piezo-electric thin film 14, and impressing the electrical potential difference for excitation to the piezo-electric thin film 14. In addition, the cross-section structure of this parallel resonance child 17R is the same as that of series resonance child 16T shown in drawing 8 .

[0061] Moreover, a part of interstitial segment of lower electrode 13F, and near [a part of] the edge of the bottom in drawing 9 of up electrode 15B, it is arranged so that it may counter mutually through the piezo-electric thin film 14. And parallel resonance child 17R of the output side of the filter section 44 is formed with the part of lower electrode 13F and up electrode 15B which laps mutually, and some piezo-electric thin films 14 arranged among these. This parallel resonance child 17R is a thin film piezo resonator which has lower electrode 13F and up electrode 15B which is two electrodes for excitation for being arranged like series resonance child 16T to both sides of the piezo-electric thin film 14 which has piezoelectric, and the piezo-electric thin film 14, and impressing the electrical potential difference for excitation to the piezo-electric thin film 14. In addition, the cross-section structure of this parallel resonance child 17R is the same as that of series resonance child 16T shown in drawing 8 .

[0062] As shown in drawing 9 , in the piezo-electric thin film 14, through holes 14e and 14f are formed in the location corresponding to the part near [on the right-hand side of lower electrode 13E] the edge, and the location corresponding to the part near the both ends of lower electrode 13F, respectively.

[0063] Up electrode 15B of the filter section 44 of the preceding paragraph is connected to lower electrode 13E of the latter filter section 44 through through hole 14e through the conductor which is not illustrated. Moreover, you may connect through the conductor which is not illustrated and lower electrode 13F comrades of the filter section 44 of the preceding paragraph and the latter filter section 44 may be

unified beforehand. Similarly, you may connect through the conductor which is not illustrated and up electrode 15C of the filter section 44 of the preceding paragraph and the latter filter section 44 may be unified beforehand.

[0064] the bonding wire 20 to which lower electrode 13E of the filter section 44 of the preceding paragraph passes through hole 14e -- the object for signals -- a conductor -- it connects with the section 35. moreover, up electrode 15B of the latter filter section 44 -- a bonding wire 20 -- the object for signals -- a conductor -- it connects with the section 32. moreover, the bonding wire 20 to which lower electrode 13F of the two filter sections 44 pass one of through hole 14f -- the object for touch-down -- a conductor -- it connects with the section 36. moreover, up electrode 15C -- a bonding wire 20 -- the object for touch-down -- a conductor -- it connects with the section 36.

[0065] The lower electrodes 13E and 13F are equivalent to the 1st electrode for excitation in this invention, and the up electrodes 15B and 15C are equivalent to the 2nd electrode for excitation in this invention. The lower electrodes 13E and 13F and the up electrodes 15B and 15C all contain one conductor layer. Therefore, in the filter section 44, the lower electrode or up electrode in each thin film piezo resonator is connected by the conductor layer used common to these electrodes to one of other lower electrodes or up electrodes in a thin film piezo resonator.

[0066] With the gestalt of this operation, the piezo-electric thin film 14 in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception is continuing. In addition, that the piezo-electric thin film 14 is continuing contains, also when it says that the piezo-electric thin film 14 is not completely divided by two or more parts, for example, a hole like a through hole is formed in the piezo-electric thin film 14.

[0067] Moreover, with the gestalt of this operation, the lower electrode in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception is arranged on one continuous field. This one continuous field says one field of one continuous layer, and it is the top face of the barrier layer 12 here. In addition, one continuous field may be a field containing the irregularity of not only a flat surface but some.

[0068] Moreover, with the gestalt of this operation, the up electrode in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception is arranged on one continuous field. This one continuous field says one field of one

continuous layer, and it is the top face of the piezo-electric thin film 14 here. In addition, one continuous field may be a field containing the irregularity of not only a flat surface but some. Moreover, the up electrode in all thin film piezo resonators may be arranged through other layers which continue on the top face of the piezo-electric thin film 14.

[0069] In each resonators 16T, 17T, 16R, and 17R, the electrical potential difference for excitation of a RF is impressed to a lower electrode and an up electrode. This electrical potential difference for excitation is impressed to the piezo-electric thin film 14. The part arranged between a lower electrode and an up electrode among the piezo-electric thin films 14 is excited by this, and the elastic wave which advances in the thickness direction into this part occurs. This part resonates, when the frequency of the electrical potential difference for excitation is predetermined resonance frequency.

[0070] With the gestalt of this operation, the resonance frequency of each resonators 16T, 17T, 16R, and 17R is changed by changing the thickness of the up electrode in each of Resonators 16T, 17T, 16R, and 17R.

[0071] up electrode 15A [in / as shown in drawing 7 / the filter section 43] -- respectively -- the lower electrodes 13A and 13B -- countering -- each series resonance child 16 -- lower electrode 13C is countered with two series resonance child formation section 15As(es) which constitute a part of T, and it has parallel resonance child formation section 15Ap which constitutes a part of parallel resonance child 17T. Series resonance child formation section 15As differs in thickness from parallel resonance child formation section 15Ap mutually. With the gestalt of this operation, the thickness t_3 of parallel resonance child formation section 15Ap is larger than the thickness t_1 of series resonance child formation section 15As. And difference $t_3 - t_1$ of thickness is expressed with Δt_3 . Series resonance child formation section 15As corresponds to the 1st series resonance child's electrode for excitation in this invention, and parallel resonance child formation section 15Ap corresponds to the 1st parallel resonance child's electrode for excitation in this invention.

[0072] Moreover, as shown in drawing 9 , up electrode 15B in the filter section 44 counters lower electrode 13E, counters lower electrode 13F with series resonance child formation section 15Bs which constitutes a part of series resonance child 16R, and has parallel resonance child formation section 15Bp which constitutes a part of parallel resonance child 17R. Moreover, up electrode 15C in the filter section 44 counters

lower electrode 13E, and has parallel resonance child formation section 15Cp which constitutes a part of parallel resonance child 17R. Series resonance child formation section 15Bs(es) differ in parallel resonance child formation section 15Bp and parallel resonance child formation section 15Cp, and thickness. With the gestalt of this operation, each thickness of both of parallel resonance child formation section 15Bp and parallel resonance child formation section 15Cp is t_4 . This thickness t_4 is larger than the thickness t_2 of series resonance child formation section 15Bs. And difference $t_4 - t_2$ of thickness are expressed with Δt_{42} . Series resonance child formation section 15Bs corresponds to the 2nd series resonance child's electrode for excitation in this invention, and parallel resonance child formation section 15Bp and parallel resonance child formation section 15Cp correspond to the 2nd parallel resonance child's electrode for excitation in this invention. [0073] Passbands differ with the filter 97 for transmission, and the filter 98 for reception. Therefore, each above-mentioned thickness $t_1 - t_4$ differs mutually. However, with the gestalt of this operation, the difference Δt_{31} of the thickness of parallel resonance child formation section 15Ap and series resonance child formation section 15As is made equal to parallel resonance child formation section 15Bp, 15Cp, and the difference Δt_{42} of the thickness of series resonance child formation section 15Bs.

[0074] An example of the dimension of each part in the duplexer 1 applied to the gestalt of this operation here is given. In this example, in the both sides of the filter section 43 and the filter section 44, the thickness of the piezo-electric thin film 14 is 0.9 micrometers, and the thickness of the lower electrodes 13A-13F is 100nm. Moreover, in the filter section 43, the magnitude of series resonance child 16T is 150 micrometers long and 150 micrometers wide, and the magnitude of parallel resonance child 17T is 185 micrometers long and 185 micrometers wide. Furthermore, in the filter section 44, the magnitude of series resonance child 16R is 100 micrometers long and 100 micrometers wide, and the magnitude of parallel resonance child 17R is 143 micrometers long and 143 micrometers wide. And the thickness t_1 of series resonance child formation section 15As is 90nm, and the thickness t_3 of parallel resonance child formation section 15Ap is 105nm. Moreover, the thickness t_2 of series resonance child formation section 15Bs is 55nm, and the thickness t_4 of parallel resonance child formation section 15Bp and 15Cp is 70nm. The differences Δt_{31} and Δt_{42} of thickness are all 15nm.

[0075] Next, the manufacture approach of the duplexer 1 concerning the

gestalt of this operation is explained. This manufacture approach is equipped with the process which produces a chip 10, the process which produces the mounting substrate 30, and the process which mounts a chip 10 in the mounting substrate 30. In addition, as shown in drawing 1, as for the chip 10, the electrode for two or more connection is arranged upward so that while might be exposed and a field may turn to the same direction as the top face of the mounting substrate 30.

[0076] Thus, the package-sized duplexer 1 is manufactured. By being soldered to other substrates in the neighborhood of the end-face through hole 39 of the mounting substrate 30, to other substrates, it connects electrically and this duplexer 1 is fixed mechanically.

[0077] Next, an example of the production process of the chip 10 in the gestalt of this operation is explained. At the production process of this chip 10, Si substrate which carried out orientation as a base 11 so that it might have a field (100) was used. and the top face (front face) and inferior surface of tongue (rear face) of this base 11 -- respectively -- chemical vapor growth (CVD) -- the silicon nitride (SiNX) film with a thickness of 200nm was formed by law. The silicon nitride film formed in the top face of a base 11 serves as the upside barrier layer 12, and the silicon nitride film formed in the inferior surface of tongue of a base 11 serves as a barrier layer of the lower part which is not illustrated.

[0078] Next, two or more openings which are not illustrated by the photolithography and dry etching in a lower barrier layer were formed. A lower barrier layer is behind used for a base 11 as a mask for forming Cavities 11a and 11b by etching.

[0079] Next, the lower electrodes 13A-13F in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception were formed on the top face of the barrier layer 12. In addition, in this example, the top face of the barrier layer 12 is a flat surface. Therefore, the lower electrodes 13A-13F in all thin film piezo resonators are arranged on the same flat surface. The lower electrodes 13A-13F formed Cr layer with a thickness of about 5nm and about 100nm Au layer by forming in this order by the lift-off method so that it might explain below. That is, the resist pattern which has opening was first formed in the location which should form each of the lower electrodes 13A-13F by the photolithography on the top face of the barrier layer 12. Next, by the spatter, Cr layer with a thickness of about 5nm and Au layer with a thickness of about 100nm were formed in this order so that a resist pattern might be covered. Next, the resist pattern was removed and Cr layer and Au layer which were formed in the

opening circles of a resist pattern were used as the lower electrodes 13A-13F.

[0080] Next, by forming a ZnO layer with a thickness of about 0.9 micrometers by the sputter, so that the lower electrodes 13A-13F may be covered, the piezo-electric thin film 14 was formed so that the piezo-electric thin film 14 in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception might continue. Next, through holes 14a-14f were formed by removing some piezo-electric thin films 14 using an acetic acid.

[0081] Next, the up electrodes 15A-15C in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception were formed by the lift-off method on the top face of the piezo-electric thin film 14. The process which besides forms the section electrodes 15A-15C is explained in detail later.

[0082] After formation of the up electrodes 15A-15C was completed, the lower barrier layer was used as the mask, using KOH, from the inferior-surface-of-tongue (rear face) side, the base 11 was etched and Cavities 11a and 11b were formed. (100) As for the base 11 which consists of an Si substrate which carried out orientation so that it might have a field, anisotropic etching is performed by KOH. Consequently, the cavities 11a and 11b of a configuration where width of face spreads gradually towards the bottom were formed in the base 11.

[0083] Next, the process which forms the up electrodes 15A-15C in the gestalt of this operation is explained in detail. The process which besides forms the 1st film for electrodes which has the same flat-surface configuration and the 1st same thickness as this up electrode 15A in the field in which the formation process of the section electrodes 15A-15C should form up electrode 15A in the filter section 43, The process which forms the 2nd film for electrodes which has the same flat-surface configuration and the 2nd same thickness as these up electrodes 15B and 15C in the field which should form the up electrodes 15B and 15C in the filter section 44, The process which forms the 3rd film for electrodes which has the same flat-surface configuration and the 3rd same thickness as these in the field which should form parallel resonance child formation section 15Bp of parallel resonance child formation section 15Ap and the up electrodes 15B and 15C of the up electrode 15A and 15Cp is included. The sequence of these three processes is arbitrary. The 1st film for electrodes corresponds to the conductor layer used common to the up electrode in two thin film piezo-resonator 16T and one thin film piezo-resonator 17T. The 2nd film for electrodes which has the same flat-surface configuration as up electrode

15B corresponds to the conductor layer used common to the up electrode in one thin film piezo-resonator 16R and one thin film piezo-resonator 17R.

[0084] Thus, with the gestalt of this operation, the up electrode (series resonance child formation section 15As) of series resonance child 16T in the filter 97 for transmission is formed with the 1st film for electrodes of the 1st thickness, and the up electrode (series resonance child formation section 15Bs) of series resonance child 16R in the filter 98 for reception is formed with the 2nd film for electrodes of the 2nd thickness. Moreover, the up electrode (parallel resonance child formation section 15Ap) of parallel resonance child 17T in the filter 97 for transmission is formed of the layered product of the 1st film for electrodes, and the 3rd film for electrodes, and the up electrode (parallel resonance child formation section 15Bp, 15Cp) of parallel resonance child 17R in the filter 98 for reception is formed of the layered product of the 2nd film for electrodes, and the 3rd film for electrodes. Thus, according to the gestalt of this operation, four kinds of up electrodes with which thickness differs mutually can be formed according to 3 times of membrane formation processes.

[0085] In addition, layers, such as Cr layer formed in order to secure adhesion with the substrate of the up electrodes 15A-15C, are first formed regardless of the sequence of the three above-mentioned processes.

[0086] Hereafter, with reference to drawing 10 thru/or drawing 13, a concrete example of the formation process of the up electrodes 15A-15C is explained. In this example, the resist pattern which has opening of the configuration corresponding to up electrode 15A in the filter section 43 was first formed in the top face of the piezo-electric thin film 14 by the photolithography. Next, by the spatter, the 1st film 151 for electrodes was formed in the thickness of 90nm so that a resist pattern might be covered. Next, the resist pattern was removed, and as shown in drawing 10, the 1st film 151 for electrodes by which patterning was carried out so that it might have the same flat-surface configuration as up electrode 15A was formed in the field which should form up electrode 15A.

[0087] Next, the resist pattern which has opening of the configuration corresponding to the up electrodes 15B and 15C in the filter section 44 was formed in the top face of the 1st film 151 for electrodes, and the piezo-electric thin film 14 by the photolithography. Next, by the spatter, the 2nd film 152 for electrodes was formed in the thickness of 55nm so that a resist pattern might be covered. Next, the resist pattern was removed, and as shown in drawing 11, the 2nd film 152 for

electrodes by which patterning was carried out so that it might have the same flat-surface configuration as the up electrodes 15B and 15C was formed in the field which should form the up electrodes 15B and 15C. [0088] Next, the resist pattern which has opening of the configuration corresponding to parallel resonance child formation section 15Ap in the filter section 43 and parallel resonance child formation section 15Bp in the filter section 44, and 15Cp was formed in the top face of the 1st film 151 for electrodes, the 2nd film 152 for electrodes, and the piezo-electric thin film 14 by the photolithography. Next, by the spatter, the 3rd film 153, 154 for electrodes was formed in the thickness of 15nm so that a resist pattern might be covered. Next, the resist pattern was removed, and as shown in drawing 12, the 3rd film 153 for electrodes by which patterning was carried out so that it might have the same flat-surface configuration as parallel resonance child formation section 15Ap was formed in the field which should form parallel resonance child formation section 15Ap. As it can come, simultaneously was shown in drawing 13, the 3rd film 154 for electrodes by which patterning was carried out so that it might have the same flat-surface configuration as parallel resonance child formation section 15Bp and 15Cp was formed in the field which should form parallel resonance child formation section 15Bp and 15Cp. Thus, the layered product with a thickness of 105nm it is thin from the 1st film 151 for electrodes and the 3rd film 153 for electrodes, and 70nm layered product in thickness which consists of the 2nd film 152 for electrodes and the 3rd film 154 for electrodes were formed in coincidence.

[0089] In this example, the up electrode (series resonance child formation section 15As) of series resonance child 16T in the filter 97 for transmission is formed with the 1st film 151 for electrodes, and the up electrode (series resonance child formation section 15Bs) of series resonance child 16R in the filter 98 for reception is formed with the 2nd film 152 for electrodes. Moreover, the up electrode (parallel resonance child formation section 15Ap) of parallel resonance child 17T in the filter 97 for transmission It is formed of the layered product of the 1st film 151 for electrodes, and the 3rd film 153 for electrodes, and the up electrode (parallel resonance child formation section 15Bp, 15Cp) of parallel resonance child 17R in the filter 98 for reception is formed of the layered product of the 2nd film 152 for electrodes, and the 3rd film 154 for electrodes. Thus, in this example, four kinds of up electrodes with which thickness differs mutually were formed according to 3 times of membrane formation processes.

[0090] Drawing 14 shows an example of the property of a request of the

filter 97 for transmission, and drawing 15 shows an example of the property of a request of the filter 98 for reception. In addition, drawing 14 and drawing 15 express the frequency characteristics of S21 parameter showing the transmission characteristic (magnitude of attenuation) of each filter circuit which constitutes the filter 97 for transmission, and the filter 98 for reception. The gestalt of this operation designs the filter shape of the filter 97 for transmission as shown in drawing 14 and drawing 15, and the filter 98 for reception in simulation, for example. Under the present circumstances, the magnitude of each thickness of the lower electrodes 13A-13F and the piezo-electric thin film 14, the lower electrodes 13A-13F, and the up electrodes 15A-15C etc. is optimized. The up electrode (series resonance child formation section 15As) of series resonance child 16T and the up electrode (parallel resonance child formation section 15Ap) of parallel resonance child 17T in the filter 97 for transmission, and the difference of the thickness of a between, It was made for the difference of the thickness between the up electrodes (series resonance child formation section 15Bs) of series resonance child 16R and the up electrodes (parallel resonance child formation section 15Bp, 15Cp) of parallel resonance child 17R in the filter 98 for reception to become equal mutually.

[0091] As explained above, with the gestalt of this operation, all the series resonance children 16T and 16R contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception and parallel resonance children 17T and 17R have been stationed on one base 11, and the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception are provided in one chip 10. Therefore, according to the gestalt of this operation, compared with the case where the chip containing the filter 97 for transmission and the chip containing the filter 98 for reception are produced separately, the routing counter required in order to produce a chip can be lessened. Moreover, according to the gestalt of this operation, since the number of the chips which should manufacture the chip containing the filter 97 for transmission and the chip containing the filter 98 for reception compared with the case where it produces separately becomes fewer, the count which cuts down a chip from a wafer also becomes fewer. Furthermore, according to the gestalt of this operation, compared with the case where two chips are mounted, a routing counter can be lessened that what is necessary is just to mount one chip 10 in the mounting substrate 30 of a duplexer 1. According to the gestalt of this operation from the above thing, a duplexer 1 can be manufactured by the small routing counter.

[0092] Moreover, with the gestalt of this operation, the piezo-electric thin film 14 in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception is continuing. Therefore, it is not necessary to carry out patterning of the piezo-electric thin film 14 so that it may be divided for every thin film piezo resonator, and according to the gestalt of this operation, a duplexer can be manufactured by the thereby more small routing counter.

[0093] Moreover, with the gestalt of this operation, the lower electrode in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception is arranged on one continuous field. Thereby, according to the gestalt of this operation, formation of a lower electrode becomes easy.

[0094] Moreover, with the gestalt of this operation, the up electrode in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception is arranged on one continuous field. Thereby, according to the gestalt of this operation, formation of an up electrode becomes easy.

[0095] With the gestalt of this operation, moreover, the difference Δt_3 of the thickness t_3 of parallel resonance child formation section 15Ap in the filter 97 for transmission, and the thickness t_1 of series resonance child formation section 15As It is made equal to the difference Δt_4 of the thickness t_4 of parallel resonance child formation section 15Bp and parallel resonance child formation section 15Cp in the filter 98 for reception, and the thickness t_2 of series resonance child formation section 15Bs. Follow, for example, the 1st film for electrodes of thickness t_1 is formed at the 1st membrane formation process. The 2nd film for electrodes of thickness t_2 is formed at the 2nd membrane formation process. By the 3rd membrane formation on each of the 1st film for electrodes of thickness t_1 , and the 2nd film for electrodes of thickness t_2 By forming partially the 3rd film for electrodes of the thickness corresponding to a difference Δt_3 (Δt_4), the up electrode of four kinds of different thickness can be formed at 3 times of membrane formation processes. Thereby, a duplexer 1 can be manufactured by the smaller routing counter.

[0096] With reference to [the gestalt of the 2nd operation], next drawing 16, the duplexer concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention and its manufacture approach are explained. Drawing 16 is a sectional view shown on behalf of all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception in a gestalt of this operation. In drawing 16, a sign 13 is shown on behalf of the lower electrodes 13A-13F, and shows the sign

15 on behalf of the up electrodes 15A-15C. In the duplexer concerning the gestalt of this operation, all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception have the sound multilayers 23 constituted by two or more dielectric layers from which an acoustic impedance differs. These sound multilayers 23 are arranged between the base 11 and the lower electrode 13. With the gestalt of this operation, cavernous 11a is not prepared in a base 11.

[0097] The sound multilayers 23 are constituted by carrying out the laminating of 1st dielectric layer 23A which consists of high dielectric materials of an acoustic impedance, and the 2nd dielectric layer 23B which consists of low dielectric materials of an acoustic impedance by turns. 1st dielectric layer 23A is constituted by AlN, ZnO, or aluminum 203. 2nd dielectric layer 23B is constituted by SiO₂.

[0098] The sound multilayers 23 have the function which shuts up the elastic wave generated by the piezo-electric thin film 14 in the piezo-electric thin film 14. The thickness of each dielectric layers 23A and 23B is set up before and after the quadrant of the wavelength in each dielectric layer 23A corresponding to resonance frequency, and 23B.

[0099] In the gestalt of this operation, the thickness of the sound multilayers 23 in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception is equal. Moreover, the sound multilayers 23 in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception are continuing. The configuration of others of the duplexer concerning the gestalt of this operation is the same as that of the gestalt of the 1st operation.

[0100] By the manufacture approach of the duplexer concerning the gestalt of this operation, it has the process which forms the sound multilayers 23 in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission, and the filter 98 for reception on a base 11 before the process which forms the lower electrode 13. The lower electrode 13 is formed on the sound multilayers 23. The process of others in the manufacture approach of the duplexer concerning the gestalt of this operation is the same as the gestalt of the 1st operation.

[0101] In the gestalt of this operation, the sound multilayers 23 are constituted by only two or more dielectric layers from which an acoustic impedance differs excluding the metal layer. If the sound multilayers 23 contain the metal layer and the sound multilayers 23 will not be patternized in the flat-surface configuration of each thin film piezo

resonator, and the same configuration, big capacitance will arise between the lower electrodes and metal layers in each thin film piezo resonator. This capacitance produces parasitism capacity coupling to other resonators [resonator / one] which is not desirable. However, if the sound multilayers 23 are patternized, a level difference will arise between the part in which the sound multilayers 23 exist, and the part not existing, and it will become difficult to stabilize and form other layers of a thin film piezo resonator on the sound multilayers 23. On the other hand, with the gestalt of this operation, without producing the above-mentioned parasitism capacity coupling, since the sound multilayers 23 are constituted by only two or more dielectric layers, the sound multilayers 23 can be formed so that it may continue among all thin film piezo resonators. Thereby, according to the gestalt of this operation, by the small routing counter, it is stabilized and a duplexer can be manufactured.

[0102] By the way, the optimal thickness of the sound multilayers 23 changes with resonance frequency of each thin film piezo resonator. However, among two or more thin film piezo resonators used for the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception in a duplexer, the difference of resonance frequency is very small. For example, in the duplexer used in the frequency band near 2GHz, the difference of the resonance frequency between two or more thin film piezo resonators is about 80MHz, and this is about 4% of resonance frequency. Therefore, even if it does not change the thickness of the sound multilayers 23 for every thin film piezo resonator, property sufficient as a duplexer can be acquired. So, with the gestalt of this operation, thickness of the sound multilayers 23 in all the thin film piezo resonators contained in the filter 97 for transmission and the filter 98 for reception is made equal. Thereby, by the small routing counter, it is stabilized and a duplexer can be manufactured.

[0103] ZnO and AlN are used for the ingredient of the piezo-electric thin film 14. The temperature coefficient of the elastic coefficient of these ingredients is negative. On the other hand, the temperature coefficient of the elastic coefficient of SiO₂ is forward. Therefore, in the gestalt of this operation, when SiO₂ is used as an ingredient of 2nd dielectric layer 23B in the sound multilayers 23, the function of a temperature-compensation layer to bring the temperature coefficient of the resonance frequency of a thin film piezo resonator close to zero can also be given to 2nd dielectric layer 23B. In addition, the temperature coefficient of resonance frequency means the rate of change of the resonance frequency to a temperature change.

[0104] The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 1st operation.

[0105] In addition, this invention is not limited to the gestalt of each above-mentioned implementation, but various modification is possible for it. For example, as an approach of mounting a chip in a mounting substrate, face down bondings, such as not only face up bonding but flip chip bonding, may be used.

[0106]

[Effect of the Invention] As explained above, by the manufacture approach of a duplexer according to claim 1 to 10 or a duplexer according to claim 11 to 20, all the thin film piezo resonators contained in the filter for transmission and the filter for reception are arranged on one base. Therefore, according to this invention, the chip containing the filter for transmission and the chip containing the filter for reception are produced separately, and the effectiveness of becoming possible to manufacture a duplexer by the small routing counter compared with the duplexer which mounts these in a mounting substrate and manufactures them is done so. Moreover, in this invention, the piezo-electric thin film in all thin film piezo resonators is continuing. Therefore, it is not necessary to carry out patterning of the piezo-electric thin film so that it may be divided for every thin film piezo resonator, and according to this invention, the effectiveness that a duplexer can be manufactured by the thereby more small routing counter is done so.

[0107] Moreover, by the manufacture approach of a duplexer according to claim 2 or a duplexer according to claim 12, the 1st electrode for excitation in all thin film piezo resonators is arranged on one continuous field. Thereby, according to this invention, the effectiveness that formation of the 1st electrode for excitation becomes easy is done so.

[0108] Moreover, by the manufacture approach of a duplexer according to claim 3 or a duplexer according to claim 13, the 2nd electrode for excitation in all thin film piezo resonators is arranged on one continuous field. Thereby, according to this invention, the effectiveness that formation of the 2nd electrode for excitation becomes easy is done so.

[0109] Moreover, according to the manufacture approach of a duplexer according to claim 5 to 7 or a duplexer according to claim 15 to 17, four kinds of electrodes for excitation with which thickness differs mutually can be formed according to 3 times of membrane formation

processes. Therefore, according to this invention, the effectiveness that a duplexer can be manufactured by the smaller routing counter is done so.

[0110] Moreover, according to the manufacture approach of a duplexer according to claim 9 or a duplexer according to claim 19, since the thickness of the sound multilayers in all thin film piezo resonators is equal, the effectiveness that it is stabilized and a duplexer can be manufactured by the small routing counter is done so.

[0111] Moreover, according to the manufacture approach of a duplexer according to claim 10 or a duplexer according to claim 20, since the sound multilayers in all thin film piezo resonators are continuing, it is a small routing counter and the effectiveness that it is stabilized and a duplexer can be manufactured is done so.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view of the duplexer concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 2] It is the top view of the mounting substrate in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 3] It is the top view showing the middle lamella of the mounting substrate in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 4] It is the circuit diagram showing the circuitry of the duplexer concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing the circuitry of the filter for transmission in the gestalt of operation of the 1st of this

invention.

[Drawing 6] It is the circuit diagram showing the circuitry of the filter for reception in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 7] It is the top view showing the filter section which constitutes the filter for transmission in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 8] It is the sectional view expanding and showing the A-A line cross section in drawing 7 .

[Drawing 9] It is the top view showing the filter section which constitutes the filter for reception in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 10] It is the explanatory view showing one process in the manufacture approach of the duplexer concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 11] It is the explanatory view showing the process following the process shown in drawing 10 .

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the process following the process shown in drawing 11 .

[Drawing 13] It is the explanatory view showing the process shown in drawing 12 , and the process performed to coincidence.

[Drawing 14] It is the property Fig. showing the property of the filter for transmission in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 15] It is the property Fig. showing the property of the filter for reception in the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 16] It is the sectional view of the thin film piezo resonator in the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Description of Notations]

1 [-- A barrier layer, 13A-13F / -- A lower electrode, 14 / -- A piezo-electric thin film, 15A-15C / -- An up electrode, 16T, 16R / -- A series resonance child, 17T, 17R / -- A parallel resonance child, 30 / -- A mounting substrate, 97 / -- The filter for transmission, 98 / -- Filter for reception.] -- A duplexer, 10 -- A chip, 11 -- A base, 12

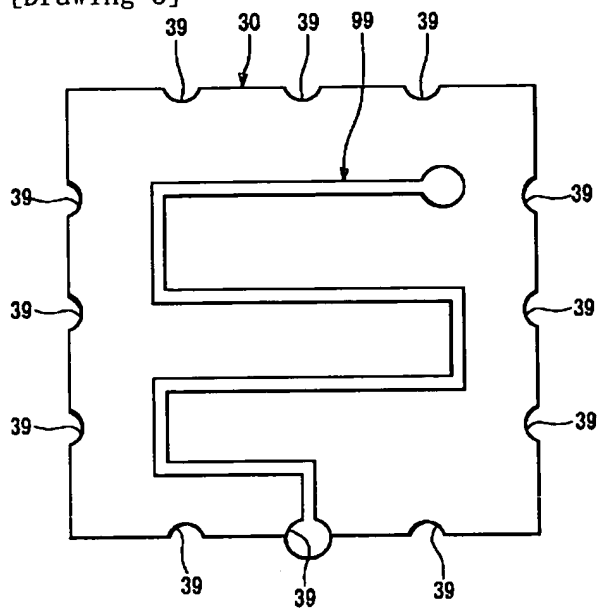
[Translation done.]

* NOTICES *

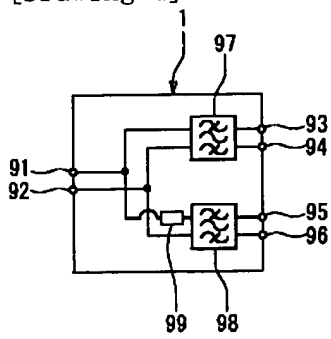
JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- ## DRAWINGS

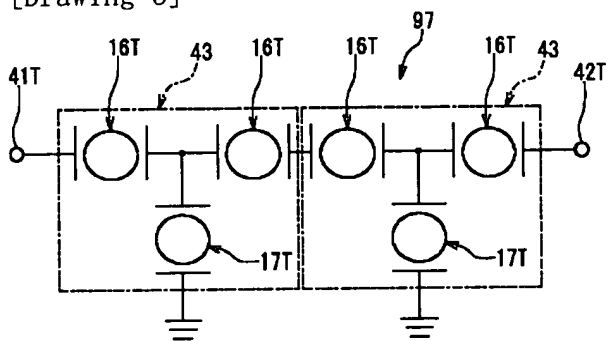
[Drawing 3]



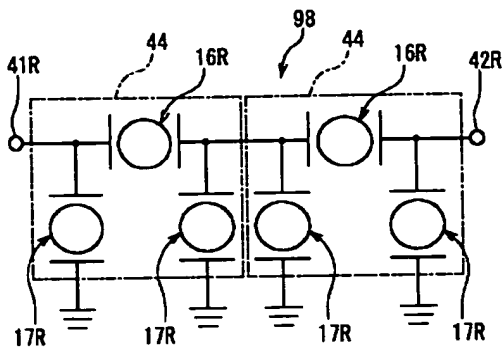
[Drawing 4]



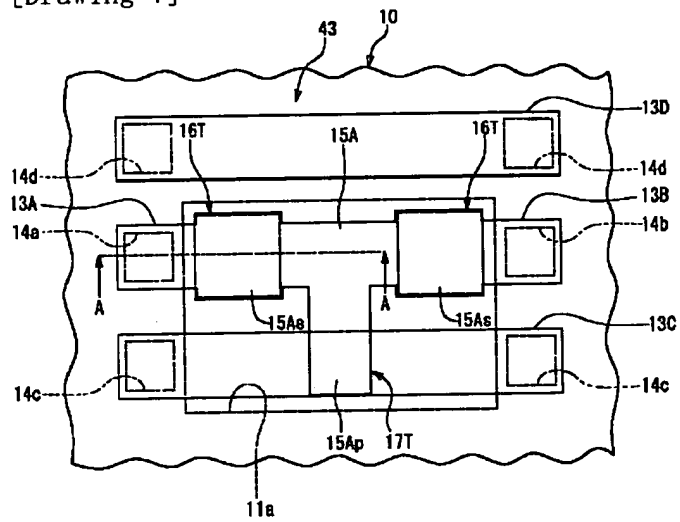
[Drawing 5]



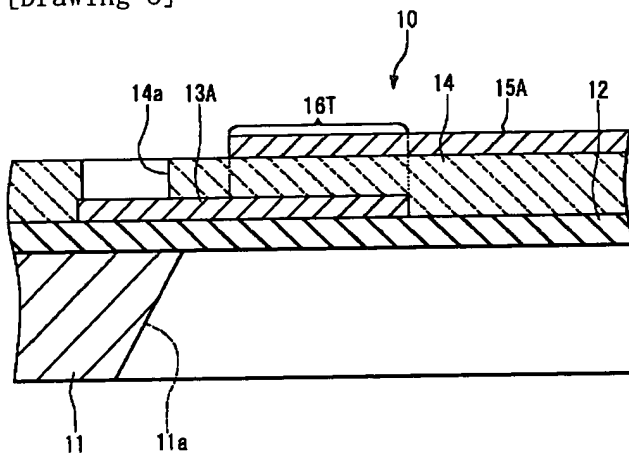
[Drawing 6]



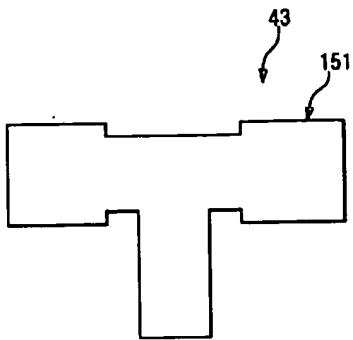
[Drawing 7]



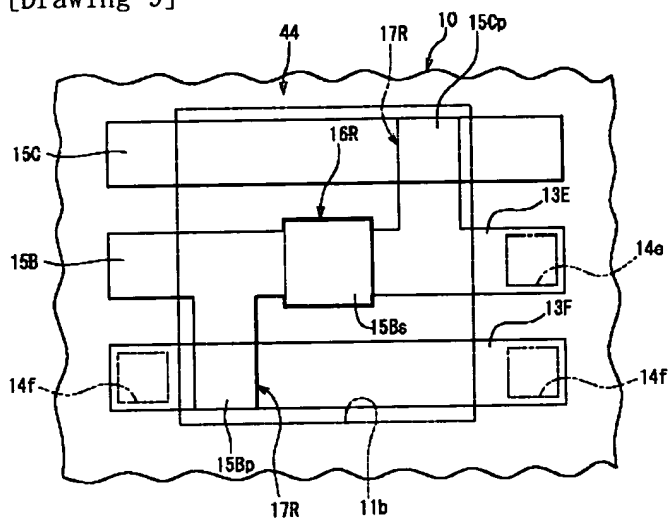
[Drawing 8]



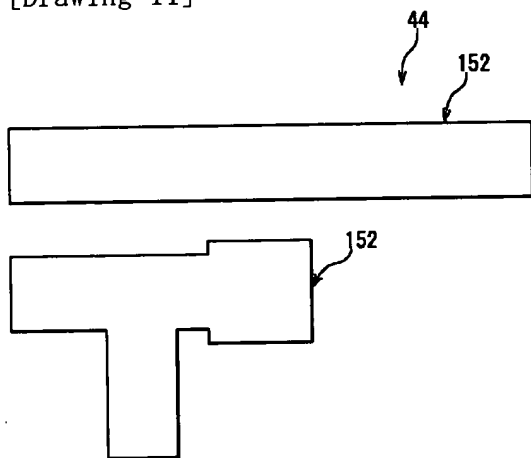
[Drawing 10]



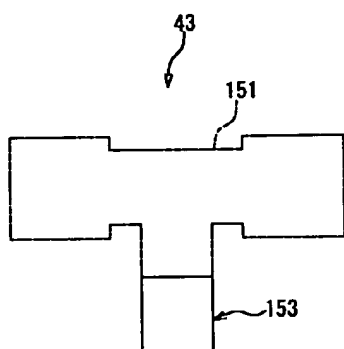
[Drawing 9]



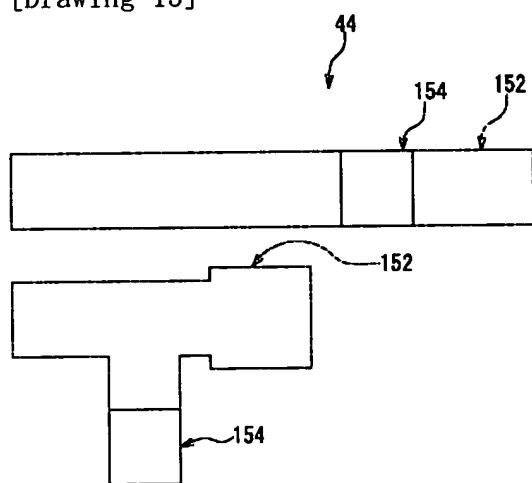
[Drawing 11]



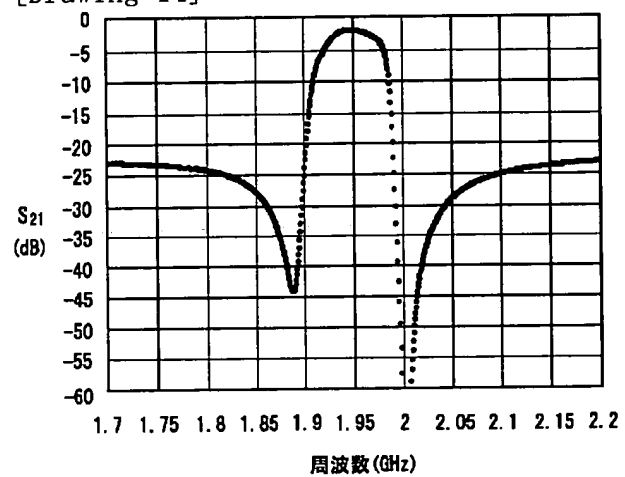
[Drawing 12]



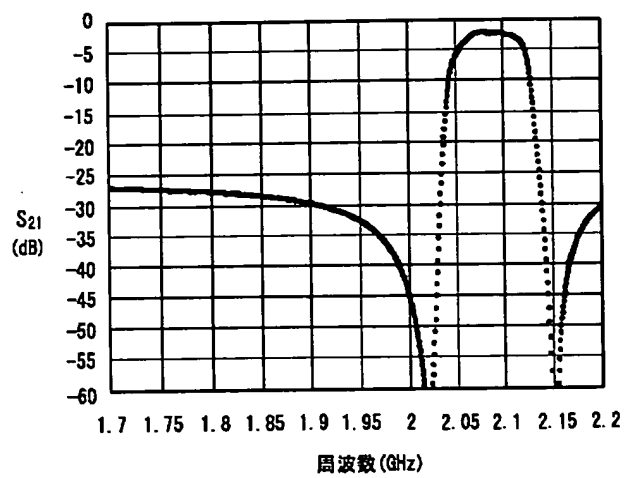
[Drawing 13]



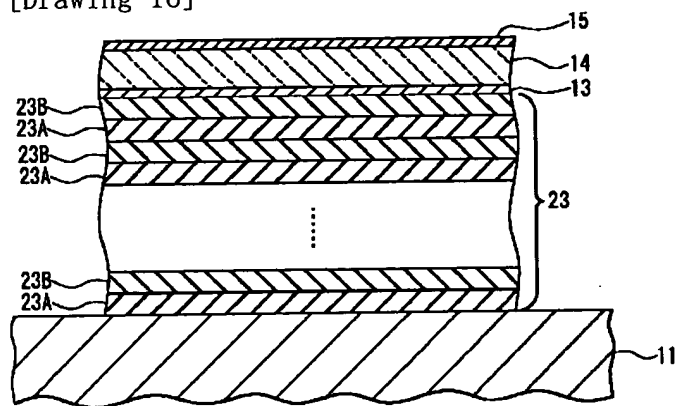
[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Translation done.]